

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Metsätalouden koulutus

Lasse Hiltunen

METSÄASIAANTUNTIJAN OHJEISTUKSEN VAIKUTUS PUUNKOR-  
JUUN ONNISTUMISEEN HARVENNUSHAKKUILLA

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2020



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Toukokuu 2020**  
**Metsätalouden koulutus**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä  
Lasse Hiltunen

Nimeke  
Metsäasiantuntijan ohjeistuksen vaikutus puunkorjuun onnistumiseen harvennushakkuilla

Toimeksiantaja  
Stora Enso Metsä

**Tiivistelmä**

Opinnäytetyössä tutkittiin harvennushakkuille laadittujen työohjeiden onnistumista Stora Enso Metsän Itä-Suomen hankinta-alueella. Tutkimuksessa selvitettiin maastomittausten sekä metsäkoneenkuljettajien haastattelujen avulla työohjeiden vaikutuksia puunkorjuun työnlaatuun. Työssä pyrittiin selvittämään työohjeiden nykytilaa ja luomaan aineistoa toimeksiantajalle työnlaadun kehittämiseksi.

Tutkimusaineistona käytettiin syksyn 2019 aikana tehtyjä 61 työmaan harvennushakkuiden korjuulaadun inventointien tuloksia sekä kevään 2020 aikana tehtyjä metsäkoneenkuljettajien haastatteluita. Työ suoritettiin määrällisenä tutkimuksena, jossa selvitettiin korrelaatiokerrointen avulla maastomittausten ja haastattelujen välisiä lineaarisia yhteyksiä. Tutkimuksessa tutkittiin myös eri toimijoiden välisiä eroja Kruskal-Wallis-testin avulla.

Tilastollisesti merkitseviä eroja ei havaittu maastomittausten, haastattelujen sekä eri toimijoiden välillä. Metsäasiantuntijoiden antamissa työohjeissa havaittiin kuitenkin eniten parannettavaa varastopaikkojen ohjeistuksissa 14 %:lla kohteista. Toimijoiden välinen ero maastomittausten tuloksissa oli 4 %.

Kieli  
suomi

Sivuja 59  
Liitteet 4  
Liitesivumäärä 9

**Asiasanat**

metsäsuunnittelu, puunkorjuu, laatu, harvennushakkuu



**THESIS**  
**May 2020**  
**Degree Programme in Forestry**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+ 358 13 260 600

Author  
Lasse Hiltunen

Title  
The Impact of Forest Expert Guidance on the Success of Thinning

Commissioned by  
Stora Enso Forest

**Abstract**

The thesis examined the success of work instructions for thinning in Stora Enso Forest Eastern Finland procurement area. The study dealt with the effects of work instructions on the quality of work in timber harvesting through field measurements and interviews with forest machine drivers. The aim of the work was to find out the current status of the work instructions, and to create material for the client to improve the quality of work.

The research material used was the results of harvest quality inventories of thinning at 61 construction sites conducted in autumn 2019, as well as the interviews with forest machine drivers conducted during spring 2020. The work was conducted as a quantitative study, using correlation coefficients to determine the linear relationships between field measurements and interviews. The study also examined the differences between different actors using the Kruskal-Wallis test.

No statistically significant differences were observed between field measurements, interviews or different actors. However, the work instructions issued by forest experts found the greatest need of improvement in the instructions for landing (sites) at 14 % of the sites. The difference between the actors in the results of field measurements was 4 %.

Language  
Finnish

Pages 59  
Appendices 4  
Pages of Appendices 9

Keywords  
forest planning, logging, quality, thinnings

## Sisältö

1	Johdanto .....	5
2	Pystykauppa .....	6
3	Korjuun suunnittelu ja ennakkotoimenpiteet .....	7
3.1	Leimikko ja korjuulohkotus.....	7
3.2	Korjuukelpoisuus .....	7
3.3	Tiet ja varastopaikka.....	9
3.4	Maastomerkinnät .....	9
3.5	Ennakkoraivaus .....	10
3.6	Luonto- ja ympäristöasiat.....	10
3.7	Turvallisuus.....	11
4	Koneellinen puunkorjuu .....	11
5	Harvennusten työnjälki.....	12
5.1	Harvennusvoimakkuus .....	13
5.1.1	Ensiharvennusten harvennusvoimakkuus .....	13
5.1.2	Varttuneiden kasvatusmetsien harvennusvoimakkuus .....	14
5.2	Puustovauriot.....	15
5.3	Metsälaki.....	16
5.4	Varastopaikka.....	16
5.5	Ajouraverkosto.....	17
6	Tutkimuksen tavoite .....	18
7	Menetelmälliset valinnat.....	18
7.1	Maastomittaukset.....	19
7.1.1	Otantamenetelmä .....	19
7.1.2	Kasvupaikka ja puustotiedot .....	21
7.1.3	Puustovauriot.....	21
7.1.4	Hukka-ainespuu.....	22
7.1.5	Ajouratunnukset.....	23
7.1.6	Ennakkoraivauksen tarpeellisuus ja latvusten sijoittelu .....	25
7.1.7	Työmaan turvallisuus ja siisteys sekä ympäristöasiat.....	25
7.2	Haastattelut.....	26
7.3	Analyysimenetelmät.....	27
8	Tulokset .....	28
8.1	Maastomittaukset.....	28
8.2	Hakkuukoneenkuljettajien haastattelut .....	30
8.3	Kuormatraktorinkuljettajien haastattelut.....	37
9	Johtopäätökset .....	45
10	Pohdinta.....	46
	Lähteet.....	49

### Liitteet

Liite 1	Toimeksiantajan hankinta-aluekartta
Liite 2	Korjuujäljen maastotarkastuslomakkeen arvostelusapluuna
Liite 3	Hakkuukoneenkuljettajien haastattelurunko
Liite 4	Kuormatraktorinkuljettajien haastattelurunko

## 1 Johdanto

Vuonna 2018 Suomessa hakattiin raakapuuta teollisuuden käyttöön 68,9 miljoonaa kuutiometriä (Luonnonvarakeskus 2019). Samana vuonna Metsäkeskuksen tekemillä harvennushakkuiden korjuujäljen maastotarkastuskohteilla on ollut 45 %:lla jotain huomautettavaa. (Metsäkeskus 2019b, 2.)

Puunkorjuun työnlaatuun vaikuttavien asioiden valmistelu aloitetaan jo puukaupan teon yhteydessä, kun mietitään korjuuajankohtaa, varastopaikkoja sekä maastokulkureittejä. Työnlaatua määritellään metsälainsäädännössä, metsäsertifioinneilla sekä Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion ohjeistusten avulla. (Metsäteho 2003, 4, 17, 30.)

Puunkorjuun työnlaadun seurantatyylit voivat vaihdella toimijoittain, mutta korjuuvaurioiden tunnusmerkkien arviointien periaatteet tulisi olla samankaltaisia. Metsäkeskuksilla on käytössään maa- ja metsätalousministeriön hyväksymä virallinen maastotarkastusohje, jonka on kehittänyt Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. (Metsäteho 2003, 30.) Työnlaatua valvotaan Suomessa hakkuuoikeuden haltijoiden, korjuuyrittäjien, metsänomistajien sekä Metsäkeskusten toimesta.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Stora Enso Metsä. Opinnäytetyön aiheen tutkimisen tarpeellisuus tuli esille syksyn 2019 aikana. Aiheeseen liittyviä asioita nousi esille työnlaadun mittauksia tehtäessä sekä palautteenantotilaisuuksissa sopimusyrittäjien kanssa. Korjuutyömaita valmistavissa toimenpiteissä havaittiin olevan kehitettävää maastomittausten ja palaverien aikana. Aikaisempia tutkimuksia on tehty korjuujäljen työnlaadusta useita, mutta vastaavanlaista tutkimusta ei ole toimeksiantaja tehnyt.

Tutkimus suoritettiin toimeksiantajan 13 sopimusyrittäjän harvennushakkuilta Itä-Suomen hankinta-alueella. Opinnäytetyön tutkimusmateriaali kerättiin syksyn 2019 aikana tehdyistä harvennushakkuiden työnjälki inventoinneista sekä työ-

maiden hakkuukoneen- ja kuormatraktorinkuljettajien haastatteluista. Harvennushakkuutyömaat ovat toimeksiantajan pystykauppahakkuita. Ne sijaitsivat toimeksiantajan Itä-Suomen hankinta-alueella (liite 1), ja hakkuut on suoritettu heinä-joulukuussa 2019. Hakkuutyömaita oli 61, joista 20 oli ensiharvennuksia ja 41 varttuneiden kasvatusmetsien harvennushakkuita.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa toimeksiantajalle lisätietoa puunkorjuun suunnittelun vaikutuksista korjuun kokonaisvaltaiseen onnistumiseen. Tutkimuksesta saadaan selville työohjeiden laadun nykytila. Tulosten avulla on mahdollista kehittää niin toimeksiantajan kuin yrittäjien toimintatapoja laadukkaamman ja tehokkaamman puunkorjuupalvelun saavuttamiseksi.

## **2 Pystykauppa**

Metsäteollisuudessa pystykauppa on yleisin puukauppamuoto Suomessa. Vuonna 2017 Suomen yksityismetsistä tehtiin puukauppaa raakapuun osalta 43 miljoonaa kuutiometriä, josta pystykaupan osuus oli 85 %. (Luonnonvarakeskus 2018.)

Pystykaupassa metsänomistaja myy metsänhakkuuoikeuden ostajalle. Ostaja saa oikeuden ja veloitteen hakkauttaa määrätyltä alueelta sovitut puut tietyssä määräajassa. Pystykaupassa hinnat määräytyvät yleensä puutavaralajeittain, minkä perusteella myyjälle suoritetaan maksu hakkuiden jälkeen. Myyjän ei tarvitse huomioida korjuusta sekä kuljetuksista tulevia kustannuksia. (Kiviniemi 2015, 571–572.) Metsänomistaja voi tehdä puukaupan suoraan ostajan kanssa tai valtakirjan välityksellä.

### **3 Korjuun suunnittelu ja ennakkotoimenpiteet**

Puunkorjuun suunnittelu aloitetaan jo puukaupan teon yhteydessä, jolloin selvitetään ja sovitaan useista asioista. Tärkeimpiä asioita puunkorjuun toteuttamisen kannalta ovat leimikoiden rajat, hakkuutapa, korjuuajankohta, ennakkoraivauksen tarve sekä ympäristö- ja turvallisuusasiat. Lisäksi puukaupan yhteydessä tulee selvittää teiden, varastopaikkojen ja maastokulkureittien käyttöoikeuksista. Puukauppasopimuksesta tulee selvitä sovitut asiat, sekä sopimuksen liitteenä tulee olla kartta hakkuualueesta. Puukaupan yhteydessä sovitut korjuutekniset asiat välitetään korjuun toteuttajalle. (Metsäteho 2005, 21–22.)

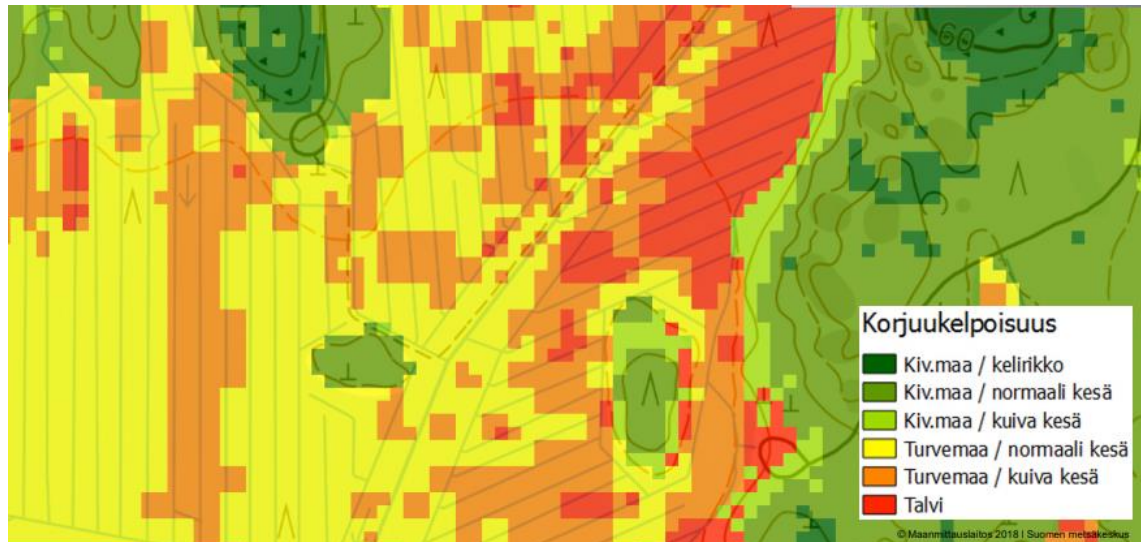
#### **3.1 Leimikko ja korjuulohkotus**

Leimikko voi sisältää useita eri korjuulohkoja eli käsittelyalueita, jotka muodostuvat metsikkökuvioista. Leimikoiden rajauksessa täytyy ottaa huomioon luonnon-suojelu- ja metsälain sekä mahdollisten sertifiointien vaatimuksia. Korjuulohkot tehdään puunkorjuuta ajatellen toimiviksi kokonaisuuksiksi yhdestä tai useasta kuviosta. Lohkotukseen vaikuttavat kuvioiden korjuukelpoisuus, käsittelytapa, puulaji sekä varastopaikan sijainti. (Metsäteho 2005, 19, 22.)

#### **3.2 Korjuukelpoisuus**

Oikealla korjuuajankohdalla voidaan välttää pahojen maastovaurioiden syntymisen. Puunkorjuun suunnittelussa on otettava huomioon korjuukelpoisuus korjuulohkolla ja maastokulkureitin varrella. (Metsäteho 2005, 64–65.) Korjuukelpoisuuden määrittämisessä kannattaa tarkkailla leimikolla maastonmuotoja ja maaperää. Korjuukelpoisuuden määrittämisen apuna on myös käytössä korjuukelpoisuuskarttoja (kuvio 1).

Metsäkeskuksen korjuukelpoisuuskartat on tuotettu käyttämällä laskennallisesti kaukokartoitusaineistoa ja maastotietokantaa. Kartoilla näkyvät selkeästi talvi-, normaali kesä-, kuiva kesä- ja kelirikkoleimikot. Lisäksi kesäkorjuukohteet on lajiteltu kivennäis- ja turvemaa luokittain (kuvio 1). (Metsäkeskus 2016.)



Kuvio 1. Korjuukelpoisuuskartta ja selitteet. (Poikela, Peuhkurinen, Kilpiäinen, Hämäläinen, Rieki, & Räsänen 2019, 29).

Korjuuohjeissa kannattaa mainita hankalista maastonmuodoista ja kosteikoista. Yleensä kuljettajat suunnittelevat ajouraverkoston ja kokoojauran paikan itse. Ajourien osalta kannattaa kuitenkin kuljettajia ohjeistaa tekemään huolellinen havutus, jotta välttyttäisiin maasto- ja juuristovauriolta.

Kosteiden paikkojen maastovaurioiden välttämiseksi, kuljettajia voi ohjeistaa käyttämään Rätt Metod -menetelmää. Menetelmässä hakkuukoneella luodaan paremmat olosuhteet kuormatraktorin työskentelylle. Hakkuukoneenkuljettaja valmistaa kokoojauran hyvin kantaville maille huolellisesti havuttaen. Menetelmää käyttämällä saadaan suoritettua korjuu tehokkaammin ja vähemmällä korjuuvauriolla. (Stora Enso Metsä 2017.)



### 3.3 Tiet ja varastopaikka

Tiestön ja varastopaikan sijainti ja kunto vaikuttavat suuresti leimikon korjuukelpoisuuteen. Huonon varastopaikan tai tiestön vuoksi voidaan kesäkorjuukelpoinen leimikko joutua tekemään talviaikaan.

Korjuun suunnittelussa tiestön laatua pitää arvioida ja huomioida sen mukaan, millainen kalusto on käytettävissä. Tiestön kunto ja laatu vaikuttavat kohteen kuljetuskelpoisuuteen. Tiestön osalta suunnittelussa täytyy myös huomioida turvallisuuden vaikuttavat tekijät, kuten risteysten näkemäalueet. Lisäksi tiestön käyttöön täytyy olla lupa yksityisteiden osalta. (Metsäteho 2005, 28–29.)

Hyvän varastopaikan edellytyksiä ovat tasaisuus sekä riittävästi tilaa eri puutavaralajeille. Varastopaikalla täytyy myös olla hyvä näkyvyysalue tielle, sekä siellä ei voi olla turvallisuutta häiritseviä tekijöitä kuten sähkölinjoja. Varastotilan tarvetta arvioidaan hakkuukertymän ja puutavaralajien määrän mukaan. (Metsäteho 2005, 29–31.)

### 3.4 Maastomerkinnät

Maastomerkinnät eli kansanomaisesti nauhoittaminen tehdään erivärisillä kuitunauhoilla. Nauhoittaminen helpottaa ja nopeuttaa korjuualueella työskenteleviä henkilöitä, sekä sillä ennaltaehkäistään mahdolliset rajaloukkaukset.

Yleensä nauhoitettavia kohteita ovat tilanrajat, varastopaikat, maastokulkureitit sekä säästettävät kohteet. Lisäksi epäselvät lohkojen rajat ovat suositeltavaa nauhoittaa. Kuitunauhan väri riippuu, mitä leimikon kohtaa ollaan merkkäämassa. Värien käytön suhteen eroja on myös toimijoittain. Nauhoittamisen perussääntönä on, että nauha solmitaan rinnankorkeudelle puun runkoon solmupuoli osoittamaan korjattavaa aluetta tai ajouraa. Nauhoituksen väli pitäisi olla riittävän tiheä siten, että metsäkoneen ohjaamosta näkyy aina kaksi seuraavaa nauhaa eteenpäin. (Kontinen, Kotiharju & Vanhatalo 2019, 22.)

### 3.5 Ennakkoraivaus

Ennakkoraivauksen toteutuksesta sovitaan jo puukaupan teon yhteydessä, ja siitä koituvat kustannukset kuuluvat yleensä metsänomistajalle. Metsänomistaja voi suorittaa halutessaan ennakkoraivauksen itse raivaussahalla. Raivauksen voi myös ostaa palveluna puunostajalta tai ulkopuoliselta tekijältä. Raivaus on suositeltavaa tehdä noin vuosi ennen hakkuita (Kärhä 2015, 6).

Ennakkoraivauksella tarkoitetaan hakkuutyömaalta haittaavan alikasvoksen raivaamista korjuuolosuhteiden parantamiseksi. Ennakkoraivatulla kohteella poistettavien puiden valinta on helpompaa ja puustovaurioiden määrä vähenee. Lisäksi hakkuutyön tuottavuus paranee (taulukko 1). Mikäli alikasvos on matalaa, niin ei ole välttämätöntä raivata kuin metrin säteeltä puiden tyveltä kaatoa haittaavat puut. (Kontinen ym. 2019, 15.)

Taulukko 1. Ennakkoraivaustarpeen suhde hakkuutyön tuottavuuteen (Kontinen ym. 2019, 15).

Alikasvoksen tiheys	Raivaustarve	Tuottavuus
500–1 000 r/ha	Ei	Heikentää hieman
2 000–3 000 r/ha	Tapauskohtainen	Heikentää 12–14 %
5 000–10 000 r/ha	Kyllä	Heikentää 30–34 %

### 3.6 Luonto- ja ympäristöasiat

Työmaansuunnittelussa on otettava huomioon ympäristöasiat niin hakkuualueen, maastokulkureitin kuin varastopaikan osalta. Ympäristöasioissa tulee huomioida metsälaissa säädettyjen erityisen tärkeiden elinympäristöjen lisäksi suojelualueet, muinaismuistot, pohjavesialueet, säästö- ja maisemapuut, suojavyöhykkeet, arvokkaat luontokohteet sekä muut hakkuissa säästettävät kohteet. (Metsäteho 2005, 21, 75.)

### **3.7 Turvallisuus**

Työmaansuunnittelussa tulee huomioida työturvallisuuteen vaikuttavat tekijät kuten jyrkänteet, vesistöjen ylitykset, pehmeiköt, sähkö- ja puhelinlinjat sekä liiketurvallisuus. Työmaaohjeessa ja kartassa tulee olla mainittu kaikki turvallisuuden vaikuttavat tekijät. Lisäksi maastoon on merkittävä vaaralliset paikat kuten sähkölinjat kuitunauhalla. Työmaasuunnittelussa tulee huomioida myös säästöpuut niin, ettei niitä jätetä sähkö- ja puhelinlinjojen sekä teiden läheisyyteen. (Metsäteho 2005, 12, 20, 32, 78.)

## **4 Koneellinen puunkorjuu**

Raakapuun hakkuumäärä kasvoi 2018 edellisvuoteen verrattuna 9 % ja edellisen kymmenvuotisjakson aikana 27 % (Luonnonvarakeskus 2019). Suurin osa Suomessa tapahtuvasta puunkorjuusta tehdään koneellisesti. Koneellisessa puunkorjuussa leimikolla työskentelee hakkuukone ja kuormatraktori -ketju, joiden ansiosta puut saadaan korjattua tienvarteen.

Puutavaran valmistus tapahtuu hakkuukoneella, jolla kaadetaan, karsitaan ja katkotaan puut eri mitta- ja laatuvaatimusten mukaan. Hakkuukoneen työskentely yksittäisen puun kaadossa jaetaan kahteen eri työvaiheeseen, joita ovat puun haltuunotto ja prosessointi. Hakkuukoneen hakkuulaitteella mitataan prosessoinnin aikana rungon tilavuus katkottavan rungon pituuden ja läpimittojen avulla. (Kokkarinen 2013, 45, 50, 101.)

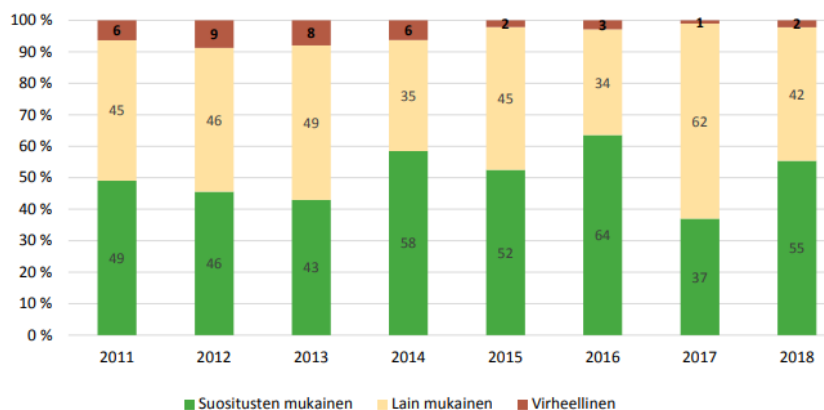
Puutavaran lähikuljetuksessa hakkuukoneella valmistettu puutavara siirretään varastopaikalle kuormatraktorilla. Kuormatraktorinkuljettaja lajittelee puutavarat lajeittain varastopaikalle kaukokuljetusta varten. Puutavaran lähikuljetus jaetaan työvaiheittain tyhjänä ajoon, kuorman keruuseen, kuormattuna ajoon sekä kuorman purkuun. (Kokkarinen 2013, 11, 103.)

## 5 Harvennusten työnjälki

Harvennushakkuissa työnjälki on käsitteenä monipuolisempi kuin korjuujälki. Työnjäljessä huomioidaan sellaisetkin työsuorituksen laatua koskevat asiat, jotka eivät niin selvästi vaikuta puuston kehitykseen. Työnjälkeä arvioitaessa kiinnitetään huomiota samoihin asioihin kuin korjuujälkeä arvioidessa. Lisäksi tarkastellaan mm. kantoihin ja latvuksiin jäänyttä hukka-ainespuunmäärää, ympäristönhoitoa ja varastopaikkajärjestelyitä. (Metsäkeskus 2018, 5.)

Harvennushakkuiden korjuujäljestä puhuttaessa tarkastellaan puustovaurioita, ajourapainaumia, ajouraväliä, ajouraleveyttä sekä puuston harvennusvoimakkuutta. Laadukkaalla korjuujäljellä saadaan harvennuksista kertyvät hyödyt maksimoitua, ja ne antavat edellytykset metsän hyvälle jatkokehitykselle. Huonolla korjuujäljellä aiheutetaan laatu- ja kasvutappioita. Lisäksi se vaikuttaa myös lumi-, tuuli- ja hyönteistuhojen riskin kasvuun. (Hynynen, Rantala & Valkonen 2005, 152–153.)

Metsäkeskuksen toimesta valvotaan vuosittain harvennushakkuiden korjuujälkeä. Metsäkeskus käyttää maastomittauksissaan Metsäkeskuksen maastotarkastusohjetta. Korjuujäljen valvontojen mittauksia voi tarkastella vuosittain metsäkeskuksen sivuilta (kuvio 2). (Metsäkeskus 2019a.)



Kuvio 2. Metsäkeskuksen korjuujäljen tarkastusten tulokset vuosilta 2011–2018 (Metsäkeskus 2019b, 2).

## **5.1 Harvennusvoimakkuus**

Harvennusvoimakkuudella on vaikutusta niin metsikön kehityksen kuin puunkorjuun kustannuksien kannalta. Harvennusvoimakkuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat kasvupaikka, puulaji, metsiköntila, tuhoriskit sekä aiemmat toimenpiteet. Harvennusvoimakkuuteen vaikuttaa myös metsänomistajien tavoitteet metsikön suhteen. Tavoitteet voivat vaihdella metsänomistajan pääoman tuottovaatimuksista aina maiseman-, riista- ja luonnonhoidollisiin tavoitteisiin. (Äijälä, Koistinen, Sved, Vanhatalo & Väisänen 2014, 147.)

Harvennusvoimakkuutta tarkastellaan metsätalouden kehittämiskeskus Tapion metsänhoidon suositusten harvennusmallien avulla. Niillä tähdätään kannattavuuteen, puuntuotokseen ja hyvään taloudelliseen tulokseen. Harvennusmallit on jaoteltu maantieteellisen sijainnin mukaan seuraavasti: Etelä-Suomi, Väli-Suomi ja Pohjois-Suomi. Harvennusmallien periaatteet poikkeavat toisistaan ensiharvennuksissa ja myöhemmissä harvennuksissa. (Äijälä ym. 2014, 148, 245.)

### **5.1.1 Ensiharvennusten harvennusvoimakkuus**

Ensiharvennusten harvennusmalleissa käytetään runkolukuun- ja valtapituuteen verrattavia malleja (taulukko 2). Ensiharvennusten mallien käyttöön vaikuttavat maantieteellisen sijainnin lisäksi pääpuulaji, kasvupaikka, kasvatusmalli sekä valtapituus. Mallit kertovat suositeltavan harvennuksen jälkeisen runkoluvun hehtaarilla. Runkolukua ei ole ilmoitettu tarkasti, vaan siinä ilmenee, mihin väliin jäävä puusto tulisi harventaa valtapituuden mukaan. Ensiharvennuksille on laadittu hoidettuihin ja hoitamattomiin metsiköihin soveltuvat mallit erikseen. (Äijälä ym. 2014, 243–245.)

**Taulukko 2. Esimerkki ensiharvennusten harvennusmallista eteläisessä ja keskisessä Suomessa (Äijälä, Koistinen, Sved, Vanhatalo & Väisänen 2019, 226).**

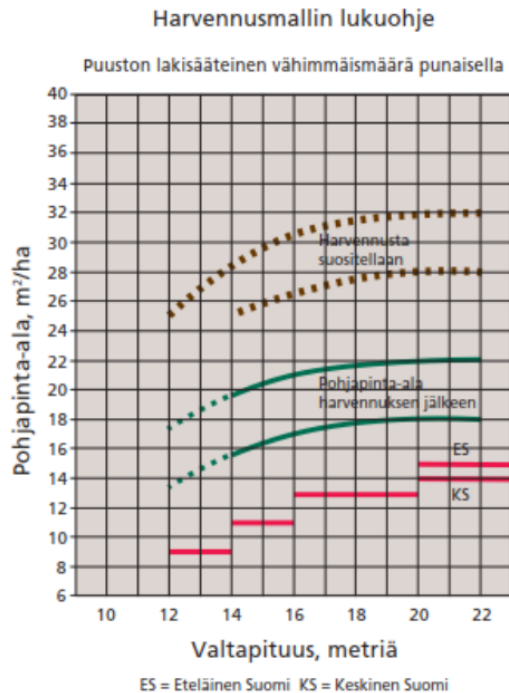
Pääpuulaji	Kasvupaikka ja kasvatusmalli	Valtapituus (m)	Runkoluku* (kpl/ha)
Mänty	Tuore tai kuivahko kangas, mustikka- tai puolukkaturvekangas Ensiharvennus laatuharvennuksena	10–12	1 100–1 400
	Tuore tai kuivahko kangas, mustikka- tai puolukkaturvekangas Ensiharvennus alaharvennuksena	13–15	900–1 100
	Kuiva kangas, varputurvekangas Ensiharvennus alaharvennuksena	11–13	800–1 000
Kuusi	Lehtomainen tai tuore kangas ja ruoho- ja mustikkaturvekangas Hoidettu viljelykuusikko	13–16	900–1 100
	Lehtomainen tai tuore kangas ja ruoho- ja mustikkaturvekangas Vain yksi harvennus kiertoaikana, lähtötiheys 1 200–1 500 kpl/ha.	16–17	700–800
Rauduskoivu	Lehtomainen tai tuore kangas	13–15	700–800
Hieskoivu	Ruoho- ja mustikkaturvekangas sekä runsastyyppiset puolukkaturvekankaat Taimikonhoito tehty	13–15	900–1 200
	Ruoho- ja mustikkaturvekangas sekä runsastyyppiset puolukkaturvekankaat Kasvatus ilman taimikonhoitoa	Ei harvennuksia	
Lehtikuusi	Lehtomainen tai tuore kangas	12–15	600–800
Haapa	Lehtomainen kangas Kuitupuun kasvatus	Ei harvennuksia	
	Lehtomainen kangas Tukkipuun kasvatus	14–16	noin 700
* Mitä pienempää puusto on, sitä korkeampi on suositeltava kasvatettavan puuston runkoluku			

### 5.1.2 Varttuneiden kasvatusmetsien harvennusvoimakkuus

Varttuneiden kasvatusmetsien harvennusmallit perustuvat maantieteellisen sijainnin lisäksi kasvupaikkaan, valtapituuteen sekä pohjapinta-alaan. Nämä mallit soveltuvat käytettäväksi parhaiten hoidettuihin viljelymetsiköihin ja tasaikäisiin luontaisesti syntyneisiin metsiköihin. (Äijälä ym. 2014, 245.)

Harvennusmalleissa on esitetty katkoviivoin harvennusraja, eli milloin harvennus on järkevää tehdä (kuvio 3). Lisäksi malleissa on pohjapinta-alaa kuvaavat vyöhykkeet, joiden väliin harvennukset suositellaan tehtäväksi riippuen lähtökohdista ja tavoitteista. Malleissa on myös piirretty punaisella lakiraja, jonka alle pohjapinta-alaa ei saa hakata kasvatusvaiheessa. Lakirajan alittuessa joudutaan teke-

mään korjaavana toimenpiteenä metsän uudistaminen. Maa- ja metsätalousministeriö on määrännyt lakirajat estääkseen metsiköiden tuottoa ja kehitystä uhkaavat harvennukset. (Hynynen ym. 2005, 105–106.)



Kuvio 3. Kasvatushakkuiden harvennusmalli (Äijälä ym. 2019, 229).

## 5.2 Puustovauriot

Puustovauriot vaikuttavat puiden tulevaan kehitykseen negatiivisesti puunkasvun hidastumisena ja mahdollisesti altistumisena tuhojen aiheuttajille. Runkovauriot johtuvat yleensä hakkuuvaiheessa kaadettavasta puusta ja juuristovauriot metsäkuljetuksesta. Juuristovaurioiden syntyyn voi vaikuttaa kapeat tai mutkaiset ajourat sekä metsäkoneiden uppoaminen. Puustovauriot aiheuttavat puille lahovikaa ja koroutumista, joiden takia syntyy laatuviikaa ja menetetään puun jalostusarvoa. Kuuselle ja koivulle syntyy lahovikaa lähes aina runkovaurioista sekä lähellä runkoa vaurioituneista juurista. Yleisin lahonaiheuttaja on verinahakkasieni, ja toiseksi yleisin on juurikäpää. (Metsäteho 2003, 16.)

Kuusenjuurikäpää aiheuttaa tyvilahoa, mikä ilmenee useasti päätehakkuu vaiheessa. Tyvilahon vaikutuksesta menetetään arvokasta tukkipuuta yleensä noin

5–10 % kuusitukin osuudesta. Kuusenjuurikäävälle altistuneet kuuset voivat myös katketa tai kaatua tyvilahon takia. Männynjuurikääpä aiheuttaa männyntytterivastautia, minkä seurauksena mäntyjen tukkipuuosuus ei vahingoitu samoin kuin kuusenjuurikäävällä, vaan männyt kuolevat kokonaan ryhmittäin. (Heliövaara, Kasanen & Uotila 2015, 59–60, 89–90.)

### 5.3 Metsälaki

Puustovaurioprosentin ylärajaksi on säädetty metsälaissa 15 %, joka ei saa ylittyä kasvatus- ja erityishakkuiden käsittelyalueella. Laskennassa käytetään kaikkien puiden runkoluvun ja vaurioituneiden puiden suhdetta. (Kiviniemi 2015, 322.)

Metsälaissa määrätään puustovaurioiden osalta puiden omistajille velvollisuuksia taimikkovaiheen ohittaneissa metsiköissä (Kiviniemi 2016, 244).

Jos taimikkovaiheen ohittaneessa metsikössä on hehtaaria kohden enemmän kuin 10 kiintokuutiometriä vahingoittuneita kuusipuita, joiden tyviläpimitta on yli 10 senttimetriä, puiden omistaja on velvollinen poistamaan metsiköstä ja välivarastosta 10 kiintokuutiometriä ylittävän osan vahingoittuneista puista viimeistään 3 §:n 2 momentin 1 ja 3 kohdassa säädettyihin määräaikoihin mennessä. (Kiviniemi 2016, 244.)

Männyllä laki on samankaltainen kuin kuusella, mutta vahingoittuneen puun määrä on 20 kiintokuutiometriä ja puiden täytyy olla kaarnoittuneita. Lisäksi männyllä aikamääreet poikkeavat kuusesta. Metsälaissa on myös määrätty poikkeustapauksia, joilla puutavaran poiston velvollisuuden voi välttää. (Kiviniemi 2016, 243–245.)

### 5.4 Varastopaikka

Työmaiden suunnittelu ja toteutus alkaa ennakkoon määrättyä varastopaikalta. Hakkuukoneenkuljettajan tehtävänä on yleensä määrittää varastopaikan koko



pohjautuen annettuihin ennakkotietoihin. Varastopaikalle täytyy mahtua kaikki eri puutavaralajit. Siihen kuljettajilla on apuna Metsätehon tekemät taulukot, josta tilan tarpeet näkyvät (taulukko 3). (Kokkarinen 2013, 84.)

Taulukko 3. Varastopaikan tilantarve (Metsäteho 2005, 31).

Puutavaralaji	Puutavaraa, m <sup>3</sup>				
	100	200	300	400	500
	Tilantarve, m				
tukki	16	30	40	50	60
kultu 5 m	25	43	55	65	75
kultu 3 m	35	60	78	92	105
energiapuu <sup>1</sup>	7	14	21	28	35
energiapuu <sup>2</sup>	12	24	36	48	60
hakkutähdepaali 3 m	7	12	17	21	28
kantoauma <sup>3</sup>	40 m jokaista nostettavaa hehtaaria kohti				

<sup>1)</sup> Kasan korkeus 5 m

<sup>2)</sup> Kasan korkeus 4 m

<sup>3)</sup> Auman korkeus ja leveys 5 m

Lisäksi pinojen välialueita varten tarvitaan jokaista puutavaralajia kohden 2 metriä.

## 5.5 Ajouraverkosto

Kasvatushakkuiden ajouraverkoston suunnittelussa ovat tärkeimpinä kriteereinä lähikuljetusmatkan sekä jäävän puuston vaurioiden minimoiminen. Hakkuukoneenkuljettajan on muistettava, että kuormatraktori tarvitsee enemmän tilaa kuin hakkuukone. Tilantarve korostuu varsinkin risteyksissä ja lievästi sivukaltevissa maastoissa. Hakkuukoneenkuljettajan tulee tehdä ajourat vähintään 20 metrin välein. Lisäksi ajourien leveydeksi suositellaan kivennäismailla 4,0–4,5 metriä ja turvemailla 4,0–5,0 metriä. (Kokkarinen 2013, 85–86.)

Ajouraverkoston toteutuksella on suuri vaikutus myös maasto- ja puustovaurioiden kannalta. Ajourat ja varsinkin kokoojaura kannattaa suunnitella aina kanta- vimpiin ja tasaisiin maastonkohtiin, jotta vältytään pahoilta maasto- ja puustovaurioilta. Havutuksella on myös suuri vaikutus vaurioiden syntyyn erityisesti heikomin kantavissa maastonkohdissa. Lisäksi ojien, purojen sekä todella upottavien maiden kohdalla on suositeltavaa käyttää kuitupuutela. (Metsäteho 2005, 64–65.)

## **6 Tutkimuksen tavoite**

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää toimeksiantajan pystykauppa hakkuiden työohjeiden vaikutuksista puunkorjuun lopulliseen työnlaatuun. Tavoitteena on tuottaa toimeksiantajalle lisätietoa puunkorjuun suunnittelun vaikutuksista korjuun kokonaisvaltaiseen onnistumiseen.

Tutkimuksessa koitetaan selvittää, toistuuko työohjeistuksissa joitain puutteita, joilla on vaikutusta hakkuukoneen- ja kuormatraktorinkuljettajien työskentelyyn. Tavoitteena on myös selvittää hakkuukoneen- ja kuormatraktorinkuljettajien osaamisen tasoja, jotta tarpeen mukaan voitaisiin järjestää koulutusta osa-alueille, joissa kuljettajat kokevat kaipaavansa lisää koulutusta.

Tutkimuksen valmistuttua saadaan selville työohjeiden laadun nykytila, sekä onko työohjeistuksen laatuun tarpeellista kiinnittää jatkossa enemmän huomiota. Tulosten avulla on mahdollista kehittää, niin toimeksiantajan kuin yrittäjien toimintatapoja, jotta voitaisiin tarjota laadukkaampaa ja tehokkaampaa puunkorjuu-palvelua.

## **7 Menetelmälliset valinnat**

Tutkimuksen aineistona käytettiin maastomittauksia, annettuja työohjeita sekä puhelinhaastattelujen tuloksia. Tutkimuksessa käytettiin syksyn 2019 aikana kerättyjä työnlaadun mittaustuloksia toimeksiantajan korjuuyrittäjien pystykauppa harvennushakkuilta. Lisäksi tutkimuksessa haastateltiin mitattujen kohteiden hakkuu- ja kuormatraktorinkuljettajia.

Hakkuutyömaat sijaitsivat toimeksiantajan Itä-Suomen hankinta-alueella. Hakkuut on suoritettu heinä-joulukuussa 2019. Hakkuutyömaita oli 61, joista 20 oli

ensiharvennuksia ja 41 kasvatushakkuita. Mittausten määrän vaihteluväli yrittäjittäin oli 3–8. Mitattavien kohteiden valintaperusteena oli kuvion vähintään hehtaarin koko, sekä muodon täytyi mahdollistaa koealojen järkevä sijoittelu. Lisäksi maastomittauksia pyrittiin tekemään mahdollisuuksien mukaan eri metsäkoneenkuljettajille.

## 7.1 Maastomittaukset

Maastomittauksissa käytettiin toimeksiantajan korjuujäljen laadunhallinnan maastotarkastusohjetta, joka perustuu Metsäkeskuksen maastotarkastus ohjeeseen. Maastomittauksissa arvioitavia tunnuksia olivat harvennustiheys, ajouraväli, ajouraleveys, maastovauriot, puustovauriot, hukka-ainespuiden määrät, latvusten sijoittelu, ympäristöasiat, ennakkoraivauksen tila sekä työmaan turvallisuus ja siisteys. (Stora Enso Metsä 2019b, 1–4.)

Maastomittauksia tehtäessä tiedot kerättiin Excel-taulukkoon tabletilla. Mittaustiedot syötettiin taulukkoon käsin ja taulukko-ohjelma laski yhteenvedon mitatuista tunnuksista. Maastomittaukset teki opinnäytetyön tekijä syksyn 2019 aikana.

Maastomittausten perusteella hakkuista annettiin arvosanaksi ”suositusten mukainen”, ”lainmukainen” tai ”virheellinen”. Jos kaikki arvosteltavat tunnuksot olivat hyviä, arvosanaksi sai ”suositusten mukainen”. Arvosanaksi tuli ”lainmukainen”, jos kohteella oli huomautettavaa yhdessä tai useammassa tunnuksesta. ”Virheellinen” arvosana tuli, jos kohteen puuston tiheys oli alle lakirajan tai puustotai maastovaurioita oli liikaa (liite 2).

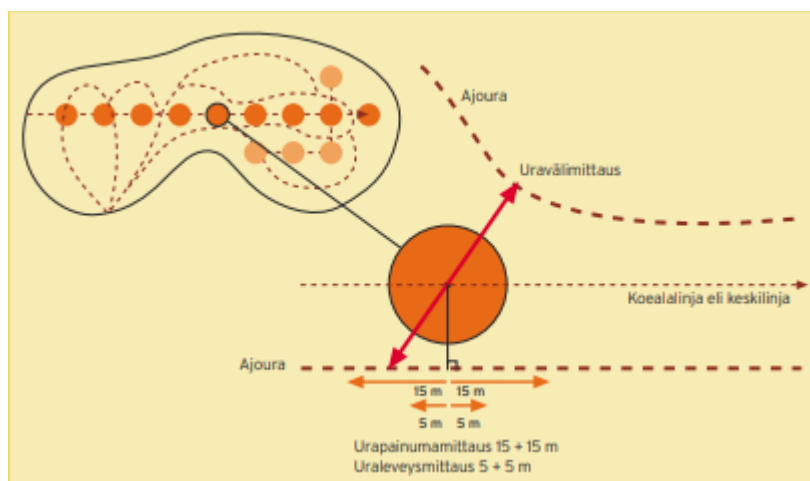
### 7.1.1 Otantamenetelmä

Otantatutkimuksissa pyritään aina selvittämään perusjoukon ominaisuuksia. Systemaattinen otantamenetelmä on toimiva menetelmä, kun perusjoukko voidaan

järjestää jonoon. Otantayksiköt eli koealat valitaan tietyin välein otokseen, kunnes otos on valmis. Otantamenetelmässä oletetaan, että kaikki perusjoukon jäsenet sattuvat jonoon tutkimuksen aikana. Systemaattisessa otannassa otosta voi vääristää, jos poimintaväli valitaan huonosti. Silloin on mahdollista, että otantayksiköitä kerätään ainoastaan syklien pohjalta tai harjalta. (Holopainen ym. 2005, 25, 29–30.)

Maastomittauksissa koealaotantana käytettiin systemaattista koealamittausta, jossa koealat sijoitettiin kuvion pisimmän halkaisijan muodostamalle keskilinjalle sekä tarvittaessa käytettiin apulinjoja (kuvio 4). Jos pisimmän halkaisijan kohdalla kulki ajoura, koealalinjaa siirrettiin. Maastomittauksissa otettiin 10 ympyräkoealaa jokaiselta kuviolta. Jos koeala sattui epäedustavaan paikkaan, esim. kallion, pehmeikön tai luontaisen aukon kohtaan sitä siirrettiin.

Koealojen sijoittelussa käytettiin apuna Karttaselain-Maastokartta puhelinsovellusta. Sovelluksessa piirrettiin koealalinja kuviolle ja sen avulla määritettiin myös koealaväli.



Kuvio 4. Puuston ja ajourien mittauspisteiden sijoitteluperiaate. (Metsäteho 2003, 31).

### 7.1.2 Kasvupaikka ja puustotiedot

Jokaiselta koealalta määritettiin kasvupaikka ja puustotiedot. Koealalta luettiin puustotietoihin rinnankorkeusläpimitaltaan yli seitsemän senttimetrin elävät rungot. Mitatuista koeala puista kirjattiin ylös puulaji, rinnankorkeusläpimitta ja valtapituus.

Koealan puustotietoihin luettiin valtapituudeksi paksuimman puun pituus. Valtapituus ilmoitettiin desimaalin tarkkuudella ja mittaukseen käytettiin Ludde-relaskoppia sekä metsurinmittaa tai laseretäisyysmittaria. Rinnankorkeusläpimitta mitattiin puolen senttimetrin tarkkuudella ja mittaukseen käytettiin Talmeter läpimitta-mittanauhaa.

Ensiharvennuksilta laskettiin koealojen runkolukujen keskiarvo ja sitä verrattiin ensiharvennusten runkolukuun perustuviin harvennusmalleihin. Varttuneiden kasvatusmetsien harvennuksilta laskettiin koealojen pohjapinta-alojen keskiarvo ja sitä verrattiin pohjapinta-alaan perustuviin harvennusmalleihin.

Pohjapinta-alan tai runkoluvun perusteella kohteelta annettiin arvosanaksi ”suositusten mukainen”, ”lainmukainen” tai ”virheellinen”. Pohjapinta-alan tai runkoluvun ollessa harvennusmallien mukainen arvosanaksi tuli ”suositusten mukainen”. Mikäli puuston tiheys oli suositustiheyden ylärajaa tiheämpi tai alarajaa harvempi lakirajaan asti, arvosanaksi tuli ”lainmukainen”. Jos puuston tiheys oli alle lakirajan, arvosanaksi annettiin ”virheellinen” (liite 2).

### 7.1.3 Puustovauriot

Koealalla kaikista mitattavista puista tarkistettiin runko- ja juurivauriot sekä latvuksen kunto. Jos koealan puussa oli vaurio, se merkittiin runko- tai juurivauriona. Jos samassa puussa oli runko- ja juurivaurio, se merkittiin vakavamman vaurion perusteella. Puustovaurioista lasketettiin vaurioprosentti, joka perustui koealojen runkoluvun ja vaurioiden määrän suhteeseen.

Puustovaurioprosentin mukaan kohteelta annettiin arvosanaksi ”suositusten mukainen”, ”lainmukainen” tai ”virheellinen”. Puustovaurioita täytyi olla alle 5 %, jotta arvosana oli ”suositusten mukainen”. Arvosanaksi tuli ”lainmukainen”, jos puustovaurioita oli 5–15 %. Jos puustovaurioita oli yli 15 %, arvosana oli ”virheellinen” (liite 2).

Runkovaurioiksi luettiin vauriot, jotka sijaitsivat puun oletetun katkaisukohdan yläpuolella. Puu katsottiin vaurioituneeksi, jos puuaines oli rikkoutunut tai puun kuoressa oli rinnankorkeuden alapuolella vaurioita yhdessä tai useammassa kohdassa nilakerrokseen asti vähintään 12 cm<sup>2</sup> alueella. Lisäksi jos puun latva oli poikki tai puun kuori oli vaurioitunut koko rungon alueelta yhteensä 30 cm<sup>2</sup>, puu katsottiin vaurioituneeksi.

Juurivaurioiksi luettiin vauriot, jotka olivat juurenniskan alapuolella ja enintään yhden metrin päässä rungosta. Vaurioihin pätee muuten samat kriteerit kuin runkovaurioihin, mutta juurivaurioihin ei laskettu alle kahden senttimetrin paksuisiin juuriin tulleita vaurioita.

#### **7.1.4 Hukka-ainespuu**

Koealoilta mitattiin hukka-ainespunmäärää kannoista ja latvuksista. Mittausvälineenä käytettiin Talmeter läpimitta-mittanauhaa ja hukka-ainespuiden määrät syötettiin yhden senttimetrin tarkkuudella Excel-taulukkoon. Taulukko-ohjelma laski kaikkien koealojen hukka-ainespuiden keskiarvot. Kantojen ja latvusten hukka-ainespuiden määrän mukaan kohteelta annettiin arvosanaksi ”kunnossa”, ”poikkeama” tai ”vakava poikkeama” (liite 2).

Hukka-ainespunmäärää mitattiin koealan keskipisteen viidestä lähimmästä kannosta. Kannoista mitattiin oletetun katkaisukohdan ja puun katkaisukohdan välinen etäisyys. Mittauksissa täytyi huomioida katkaisua vaikeuttaneet tekijät, kuten maastonmuodot ja kivet. Kantojen osalta arvosanaksi sai ”kunnossa”, jos kanto-

jen hukka-ainespuun pituus oli alle 5 cm. Arvosanaksi tuli ”poikkeama”, jos kantojen pituus oli 5–10 cm. Kantojen ollessa yli 10 cm:n pituisia arvosanaksi annettiin ”vakava poikkeama”.

Latvuksien hukka-ainespuunmäärää mitattiin viidestä koealan keskipistettä lähimpänä olevasta latvuksesta tyvipäästä katsottuna. Latvuksista mitattiin katkaisukohdan läpimitta. Jos läpimitta oli suurempi kuin puutavaralajille määrätty minimiläpimitta, mitattiin latvuksesta hukka-ainespuunmäärä. Latvusten osalta arvosanan ”kunnossa” sai, mikäli latvusten hukka-ainespuun pituus oli alle 60 cm. Arvosanaksi tuli ”poikkeama”, jos hukka-ainespuun pituus oli 60–120 cm. Latvusten hukka-ainespuumäärän ollessa yli 120 cm pituisia arvosana oli ”vakava poikkeama”.

#### **7.1.5 Ajouratunnukset**

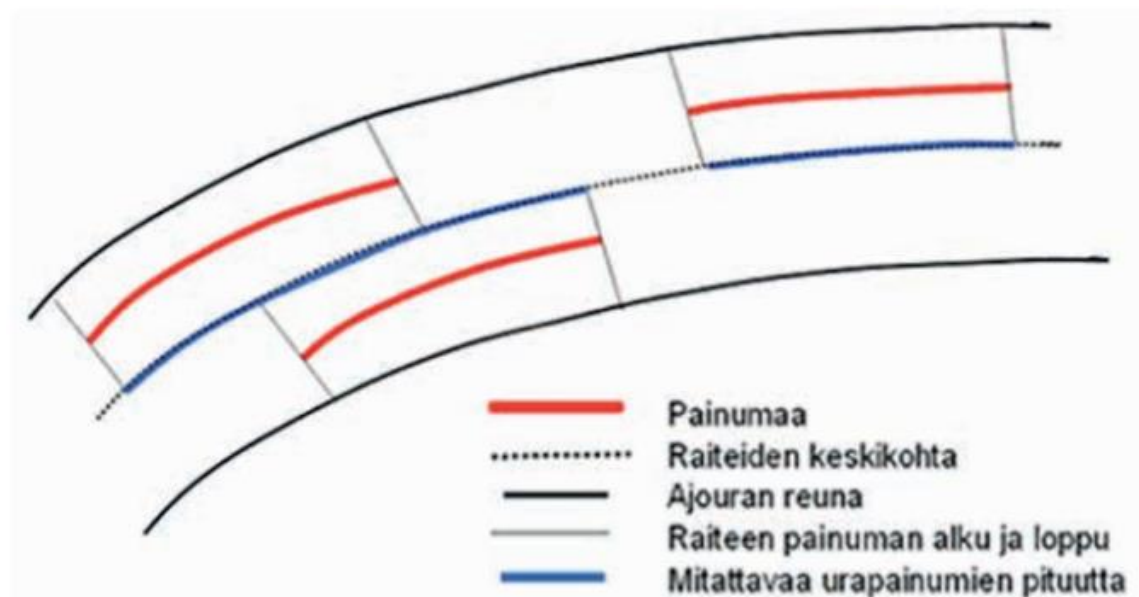
Ajouratunnuksiin luettiin koealojen kohdalta ajouraleveys, ajouraväli ja ajourapainumat. Ajouratunnusten mittaukseen käytettiin laseretäisyysmittaria sekä metsurinmittaa, ja ne mitattiin senttimetrin tarkkuudella. Kaikkien tunnusten mittauksen kohta määräytyi koealan keskipisteen mukaan niin, että mittauksen lähtöpiste oli koealaa lähimmän ajouran raiteiden keskellä. Ajouratunnukset mitattiin vain ajourista, joissa sekä hakkuukone ja kuormatraktori olivat kulkeneet. Jos kuvion jäävä runkoluku oli alle 600 runkoa hehtaarilla ja harvennustiheys oli suositusten mukainen, kuviolta ei arvioitu ajouraleveyttä ja ajouraväliä. Ajouratunnusten keskiarvojen mukaan kohteelta annettiin arvosanaksi ”suositusten mukainen”, ”lainmukainen” tai ”virheellinen” (liite 2).

Ajouraleveyttä tarkasteltiin ajouralta 10 metrin matkalta (kuvio 5). Ajouraleveys määräytyi raiteen keskilinjan ja uran oikean sekä vasemman puolen lähimpien puiden summasta. Leveyden mittaus suoritettiin raiteen keskilinjan ja puunrunkojen kohtisuorasta etäisyydestä. Ajouraleveyden osalta arvosanan ”suositusten mukainen” sai, jos ajouraleveys oli kivennäismailla alle 4,6 metriä ja turvemailla tai erittäin kivisillä mailla alle 5,1 metriä. Jos ajouraleveys oli kivennäismailla yli

4,6 metriä ja turvemailla tai erittäin kivisillä mailla yli 5,1 metriä, arvosana oli ”lainmukainen” (liite 2).

Ajouraväli mitattiin rinnakkaisten ajourien keskilinjojen välisestä etäisyydestä. Mittauskohta kulki koealan keskipisteen läpi. Ajouravälin osalta arvosanan ”suositusten mukainen” sai, jos ajouraväli oli 19 metriä tai enemmän. Jos ajouraväli oli alle 19 metriä, arvosana oli ”lainmukainen” (liite 2).

Ajourapainaumat mitattiin 30 metrin matkalta (kuvio 5). Painaumiksi laskettiin kivennäismailla yli 10 cm syvät ja vähintään metrin pituiset painaumat. Turvemailla painaumaksi laskettiin yli 20 cm syvät ja vähintään metrin mittaiset painaumat, jotka olivat leikkautuneet turpeeseen. Maastovaurioiden osalta arvosanan ”suositusten mukainen” sai, jos maastovaurioita oli kivennäismailla alle 5 % tai turvemailla enintään 10 %. Jos maastovaurioita oli kivennäismailla yli 5 % tai turvemailla yli 10 %, arvosana oli ”lainmukainen”. Arvosanaksi annettiin ”virheellinen”, jos maastovaurioita oli kivennäismailla yli 20 % tai turvemailla yli 25 % (liite 2).



Kuvio 5. Ajourapainumien mittaaminen (Metsäkeskus 2019c, 20).



### **7.1.6 Ennakkoraivauksen tarpeellisuus ja latvusten sijoittelu**

Maastomittauksia tehdessä arvioitiin kohteen ennakkoraivauksen tilaa silmämääräisesti. Arviointi vaihtoehdot olivat ”kunnossa” tai ”huomautettavaa”. Ennakkoraivauksen tila oli ”kunnossa”, jos ennakkoraivaus oli toteutettu suositusten mukaisesti tai sille ei ole ollut tarvetta. ”Huomautettavaa” tuli, jos ennakkoraivausta ei ollut tehty, vaikka sille olisi ollut tarvetta tai ennakkoraivaus oli toteutettu puutteellisesti.

Ajourien havuttamista eli latvusten sijoittelua tarkasteltiin silmämääräisesti kohteella. Arviointi vaihtoehdot olivat ”kunnossa” tai ”huomautettavaa”. Latvusten sijoittelu oli ”kunnossa”, jos suurin osa latvuksista oli sijoitettu ajourille. ”Huomautettavaa” tuli, jos latvukset oli sijoitettu osittain ajourille tai latvuksia ei ollut sijoitettu ollenkaan ajourille.

### **7.1.7 Työmaan turvallisuus ja siisteys sekä ympäristöasiat**

Työmaan turvallisuuden ja siisteyden arvioinnissa tarkasteltiin työmaiden siisteyttä, turvallisuustekijöitä ja esimerkiksi varastoalueella pinojen järjestystä. Arviointi suoritettiin silmämääräisesti. Arviointi vaihtoehdot olivat ”kunnossa” tai ”huomautettavaa”. Jos kohteella oli jotain ”huomautettavaa”, syy kirjattiin ylös.

Ympäristöasioissa arvioitiin luonto- ja ympäristökohteiden läheisyydessä työskentelyä ja kohteiden säilymistä. Arviointi suoritettiin silmämääräisesti. Arviointi vaihtoehdot olivat ”kunnossa” tai ”huomautettavaa”. Jos kohteella oli jotain ”huomautettavaa”, syy kirjattiin ylös.

## 7.2 Haastattelut

Tutkimuksessa haastateltiin puhelimitse mitattujen kohteiden hakkuukoneen- ja kuormatraktorinkuljettajia. Kuljettajille lähetettiin yrittäjien avustuksella ennakko-materiaalina kohteiden kartat ja työohjeet, jotta haastattelut sujuisivat jouhevammin ja saataisiin luotettavampaa tietoa kuljettajien muistaessa kohteet paremmin. Lisäksi haastattelurunkoja testattiin ennakkoon tutkimuksen ulkopuoliseen metsäkoneenkuljettajaan. Kohteilla oli työskennellyt 56 hakkuukoneenkuljettajaa ja 51 kuormatraktorinkuljettajaa.

Puhelinhaastatteluissa kysyttiin hakkuukoneen- ja kuormatraktorinkuljettajilta kohteiden ennakkovalmisteluista ja työohjeista. Lisäksi kysyttiin korjuuseen liittyvistä suorituksista ja selvitettiin kuljettajien osaamisen tasoja. Hakkuukoneen- ja kuormatraktorinkuljettajien haastattelurunko ja kysymykset poikkesivat toisistaan. Puheluiden aikana haastatteluiden vastausten keräämiseen käytettiin Microsoft Forms -lomakkeita.

Hakkuukoneenkuljettajille oli yhteensä yhdeksän kysymystä (liite 3). Kysymykset 1–2 olivat monivalintakysymyksiä, joista kuljettajan piti valita yksi vaihtoehto neljästä. Kysymyksissä 3–7 käsiteltiin työmaille annettuja ohjeita, ja jos ohjeistuksissa oli puutteita, kirjattiin virheelliset asiat ylös. Kysymyksessä numero kahdeksan kuljettajan täytyi valita yksi vaihtoehto kahdesta. Kysymyksessä numero yhdeksän kuljettajalta kysyttiin omaa osaamisen tasoa neljällä eri osa-alueella.

Kuormatraktorinkuljettajille oli yhteensä kahdeksan kysymystä (liite 4). Kysymykset 1–2 olivat monivalintakysymyksiä, joista kuljettajan piti valita yksi vaihtoehto neljästä. Kysymyksissä 3–7 käsiteltiin työmaille annettuja ohjeita sekä aikaisempien työvaiheiden suorituksista. Jos ohjeistuksissa tai suorituksissa oli puutteita, kirjattiin virheelliset asiat ylös. Kysymyksessä numero kahdeksan kuljettajalta kysyttiin omaa osaamisen tasoa neljällä eri osa-alueella.

### 7.3 Analyysimenetelmät

Opinnäytetyö oli luonteeltaan määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa tuloksia käsitellään numeerisesti ja selvitetään asioiden välisiä riippuvuussuhteita. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa lähes kaikkia ominaisuuksia voidaan tarkastella numeerisesti ja niiden käsitteleminen on vaivatonta. (Holopainen, Nummenmaa & Pulkkinen 2005, 16.) Tutkimuksessa käsiteltiin maastomittausten ja haastattelujen tuloksia. Haastattelujen kaikkia tuloksia ei selitetty sanallisesti. Sanallisesti ei selitetty tuloksia, missä kuljettajat vastasivat jonkin muun kuin valmiiksi ehdotetun vastaus vaihtoehdon. Muut vastaukset jätettiin esittämättä sanallisesti, koska niistä kuljettajat olisivat mahdollisesti tunnistettavissa.

Maastomittauksista ja haastatteluista saadut tiedot muutettiin sellaisiksi, että niitä pystyttiin tulkitsemaan numeerisesti. Tulokset pisteytettiin ja niiden avulla muodostettiin kohteille arvosanat. Kohteiden arvosanojen avulla pyrittiin etsimään muuttujien välillä tilastollista riippuvuutta Microsoft Excel -ohjelmalla. Lisäksi tutkimuksessa etsittiin eri toimijoiden välisiä eroja SPSS-ohjelmalla.

Muuttujien välistä yhteyden voimakkuutta voidaan mitata korrelaatiokertoimen avulla. Kertoimen avulla voidaan tutkia tarkasti, onko muuttujien välillä lineaarista yhteyttä. (Holopainen ym. 2005, 211, 214–215.) Toimijoiden välisiä eroja voidaan tutkia Kruskal-Wallis-testin avulla (Taanila 2013).

Maastomittauksista suurin mahdollinen arvosana oli 10 pistettä. Mittausten arvosanaa määrittäessä tuloksista jätettiin pois ennakkoraivauksen tilan arviointi. Ennakkoraivauksen tilan arviointia ei otettu huomioon työnlaadun arvosanaa laskettaessa, koska sen suorittaminen ei kuulu metsäkoneenkuljettajien työtehtäviin. Hakkuukoneenkuljettajien haastatteluista suurin mahdollinen arvosana oli 36 pistettä. Arvosana määräytyi kysymysten 2–8 mukaan (liite 3). Kuormatraktorinkuljettajien haastatteluista suurin mahdollinen arvosana oli 38 pistettä. Arvosana

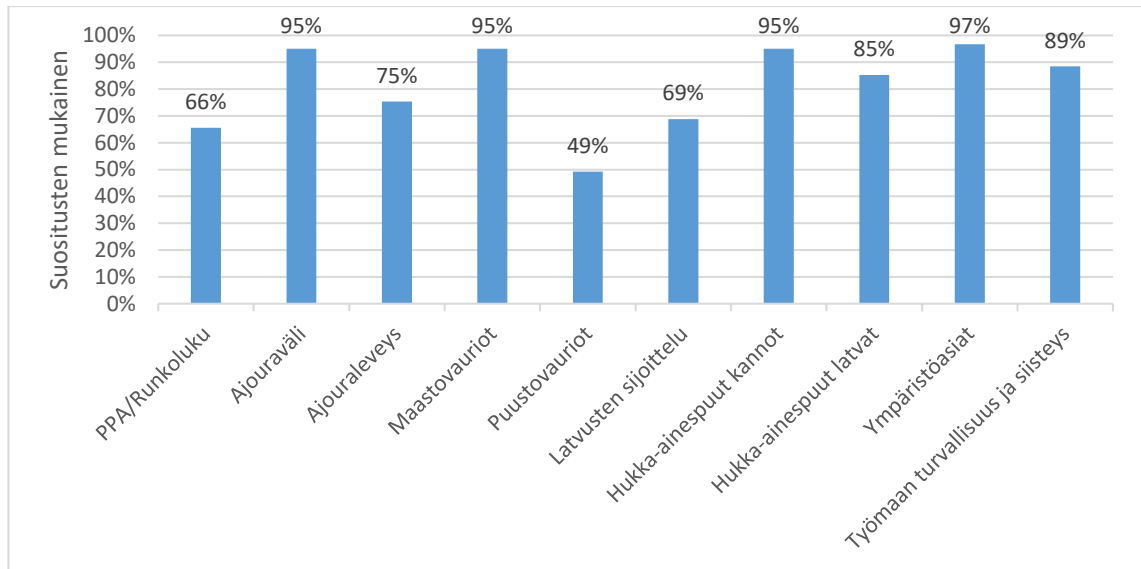
määräytyi kysymysten 2–7 mukaan (liite 4). Haastatteluista kohteille annettiin täydelliset pisteet, jos haastattelun aikana ei ilmennyt puutteita. Jos vastauksissa ilmeni puutteita, arvosanoista vähennettiin jokaisesta puutteesta yksi piste.

Hakkuukoneen- ja kuormatraktorinkuljettajilta kysyttäessä omaa osaamisen tasoa arvostelu asteikko oli 4–10. Kuljettajien osaamisen tasosta laskettiin keskiarvo, mitä verrattiin maastomittausten tuloksiin.

## **8 Tulokset**

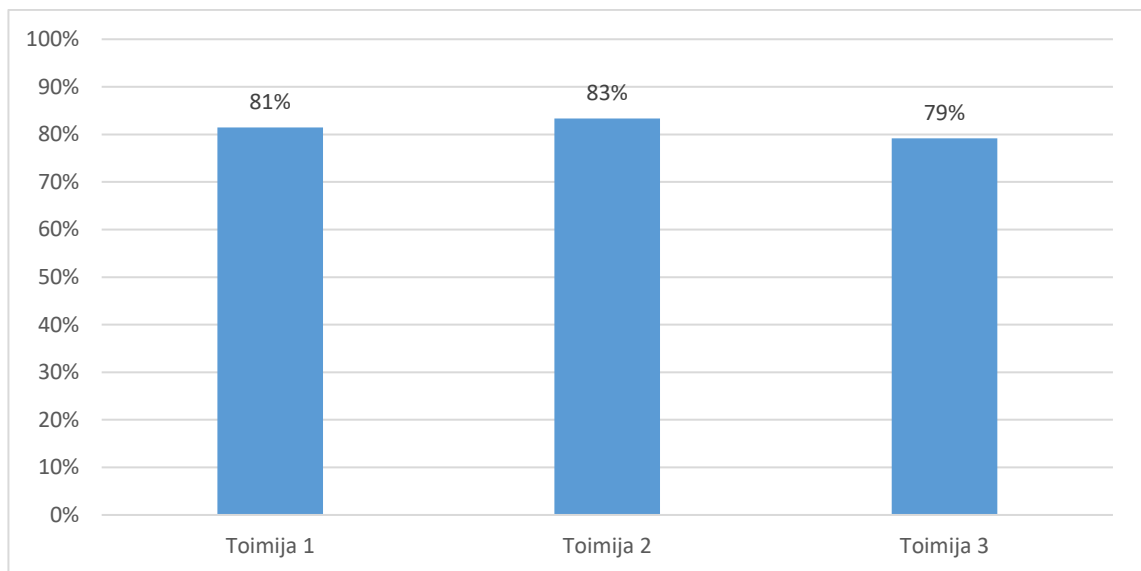
### **8.1 Maastomittaukset**

Maastomittausten tuloksissa on esitetty 61 kohdetta, joissa mitatut tunnuksot ovat olleet ”kunnossa” tai ”suositusten mukaisesti”. Maastomittausten perusteella ympäristöasiat olivat ”kunnossa” 97 %:lla kohteista. Hukka-ainespuiden määrä kannoissa oli ”kunnossa” 95 %:lla kohteista. Ajouraväli sekä maastovaurioiden määrä olivat ”suositusten mukaisesti” 95 %:lla kohteista. Työmaiden turvallisuus ja siisteys asiat olivat ”kunnossa” 89 %:lla kohteista, ja hukka-ainespuiden määrä latvuksissa oli ”kunnossa” 85 %:lla kohteista. Ajouraleveys oli ”suositusten mukainen” 75 %:lla kohteista, ja latvusten sijoittelu oli ”kunnossa” 69 %:lla kohteista. Harvennustiheys oli ”suositusten mukainen” 66 %:lla kohteista, ja puustovauriot 49 %:lla kohteista (kuvio 6).



Kuvio 6. Maastomittausten tulokset (n=61).

Maastomittausten tuloksia vertailtiin kohteiden suunnitteluun vaikuttaneiden kolmen eri toimijan välillä. Maastomittauksista paras tulos oli 83 % toimijan 2 kohteilta. Toimijan 1 kohteilta tulokseksi tuli 81 % ja toimijan 3 kohteilta 79 % (kuvio 7). Toimijoiden välisiä eroja tutkittiin Kruskal-Wallis -testin avulla. Testin mukaan ei havaittu toimijoiden välillä eroa jakaumissa (p-arvo 0,959).

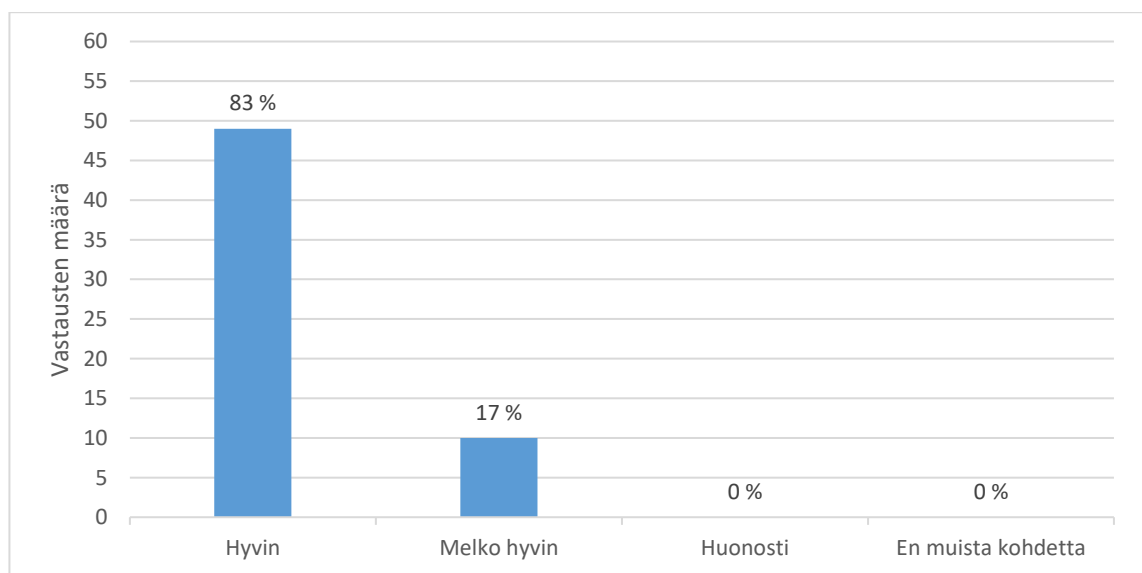


Kuvio 7. Maastomittausten tulokset toimijoittain (n=61).

## 8.2 Hakkuukoneenkuljettajien haastattelut

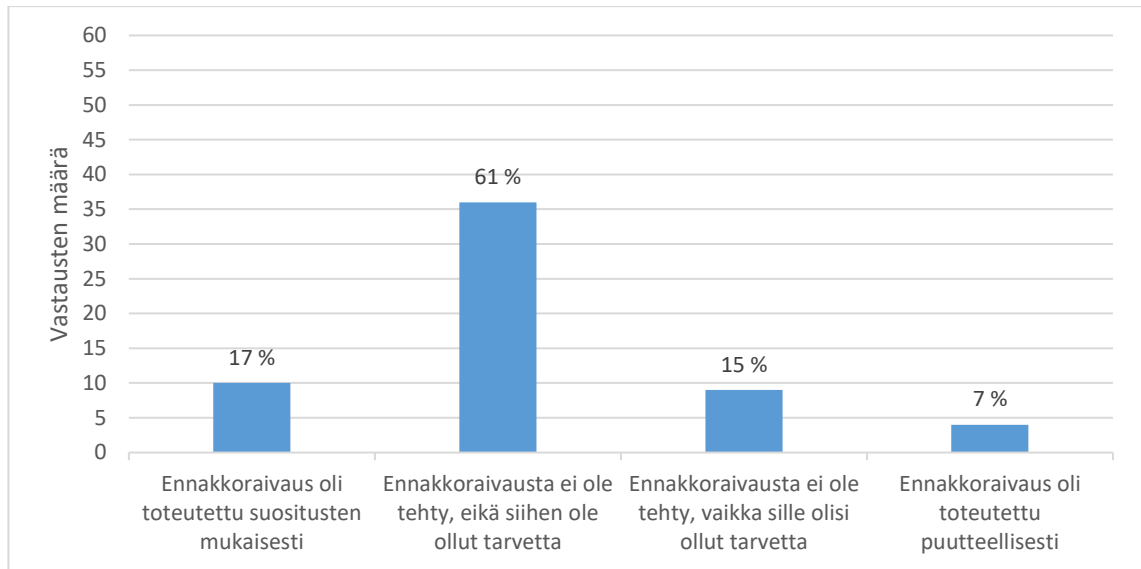
Maastomittausten 61 kohteesta hakkuukoneenkuljettajien haastatteluja tehtiin 59. Kysymysten 2–9 tuloksiin otettiin vastaukset kaikista 59 haastatteluista, missä vastaaja muisti kohteen hyvin tai melko hyvin.

Hakkuukoneenkuljettajilta kysyttiin, kuinka hyvin he muistavat kohteen. Vastauksista 83 % muisti kohteet hyvin ja 17 % melko hyvin. Kukaan haastateltavista ei vastannut, ettei muista kohdetta tai muistaa kohteen huonosti. (kuvio 8).



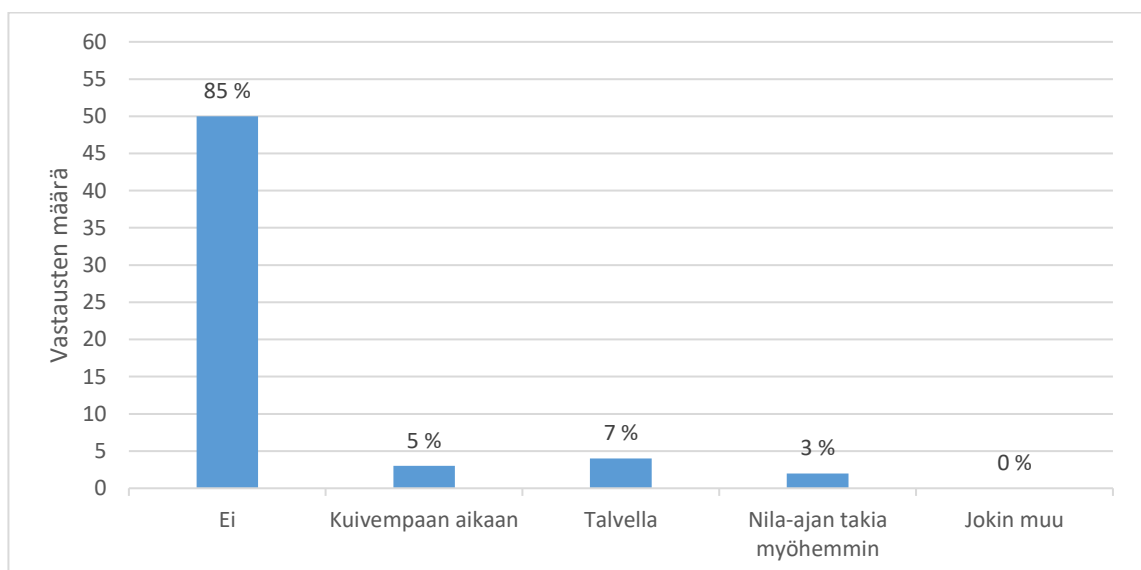
Kuvio 8. Kuinka hyvin muistat kohteen (liite 3).

Hakkuukoneenkuljettajilta kysyttiin, mikä oli kohteen ennakkoraivauksen tarpeen tila. Kohteista 61 %:lla ennakkoraivausta ei ollut tehty, eikä siihen ole ollut tarvetta. Suositusten mukaisesti ennakkoraivaus oli toteutettu 17 %:lla kohteista, ja 15 %:lla kohteista ennakkoraivausta ei ollut tehty, vaikka sille olisi ollut tarvetta. Ennakkoraivaus oli toteutettu puutteellisesti 7 %:lla kohteista (kuvio 9).



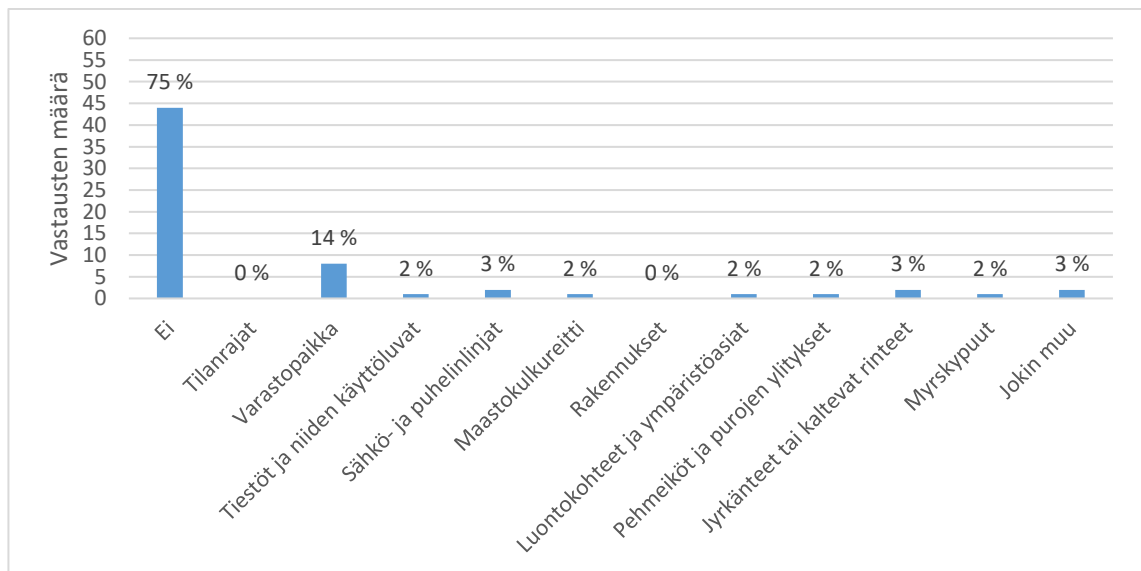
Kuvio 9. Mikä oli kuvion ennakkoraivauksen tarpeen tila (liite 3).

Hakkuukoneenkuljettajilta kysyttiin, oliko korjuuajankohdalla vaikutusta korjuulaatuun. Vastausten perusteella korjuuajankohta ei vaikuttanut korjuulaatuun 85 %:lla kohteista. Korjuu olisi pitänyt tehdä 7 %:lla kohteista talvella, ja 5 %:lla kuivempaan aikaan. Nila-ajan takia korjuu olisi kannattanut tehdä myöhemmin 3 %:lla kohteista, ja muun syyn takia korjuuajankohtaa ei olisi tarvinnut siirtää kertaakaan. (kuvio 10).



Kuvio 10. Oliko korjuuajankohdalla vaikutusta korjuulaatuun (liite 3).

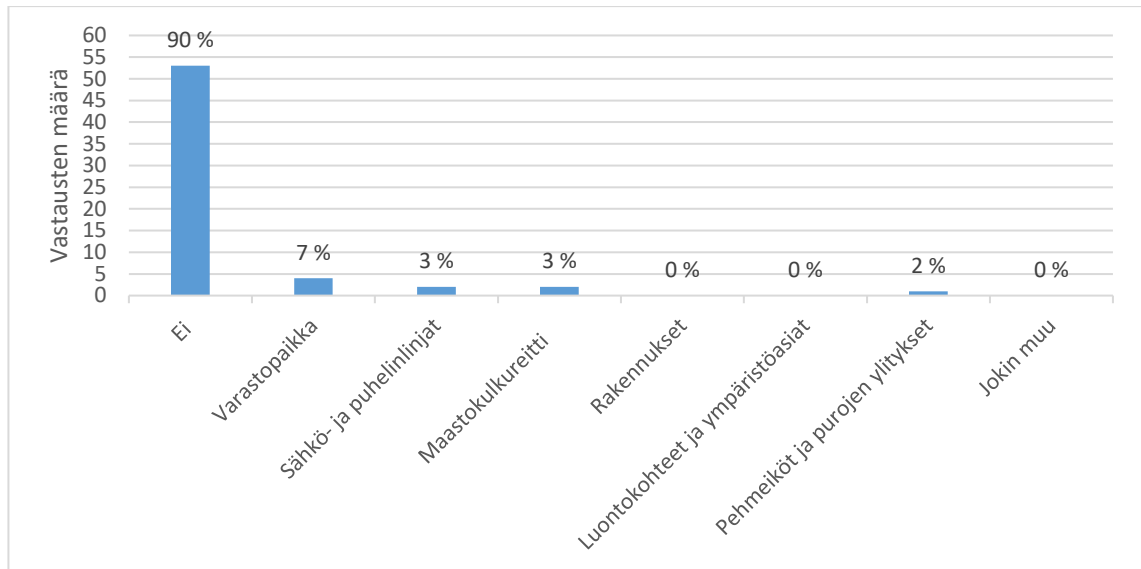
Hakkuukoneenkuljettajilta kysyttiin, oliko kohteiden työohjeissa puutteita. Vastausten perusteella työohjeista 75 %:lla ei ollut puutteita. Eniten puutteita oli varastopaikkojen osalta 14 %:lla kohteista. Sähkö- ja puhelinlinjojen, jyrkänteiden tai kaltevien rinteiden sekä muiden työohjeiden osalta oli puutteita 3 %:lla kohteista. Maastokulkureittien, myrskypuiden, tiestön ja niiden käyttöluvien, luontokohteiden ja ympäristöasioiden sekä pehmeikköjen ja purojen ylityksien ohjeissa oli puutteita 2 %:lla kohteista. Tilarajojen sekä rakennusten osalta ei ollut puutteita työohjeissa (kuvio 11).



Kuvio 11. Oliko kohteen työohjeissa puutteita (liite 3).

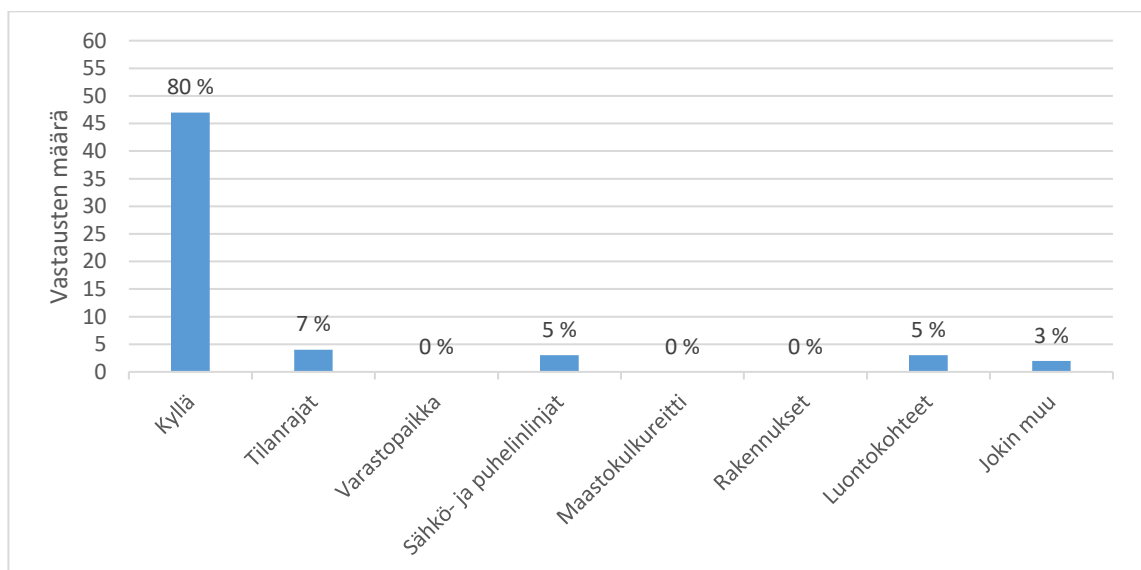
Hakkuukoneenkuljettajilta kysyttiin, oliko kohteiden karttamerkinnoissä puutteita. Kohteista 90 %:lla karttamerkinnoissä ei ollut puutteita. Eniten puutteita oli varastopaikkojen osalta 7 %:lla kohteista. Sähkö- ja puhelinlinjojen sekä maastokulkureittien karttamerkinnoissä oli puutteita 3 %:lla kohteista, sekä pehmeikköjen ja purojen ylityksien osalta 2 %:lla kohteista. Rakennuksien, luontokohteiden ja ympäristöasioiden sekä muiden karttamerkintöjen osalta ei ollut puutteita. (kuvio 12).





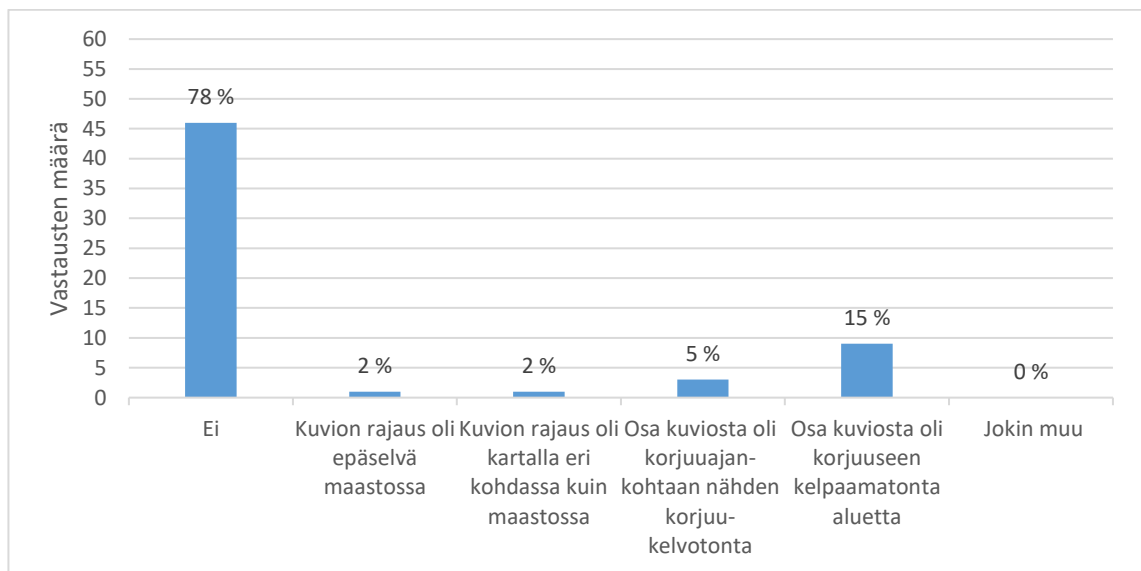
Kuvio 12. Oliko kohteen karttamerkinnoissä puutteita (liite 3).

Hakkuukoneenkuljettajilta kysyttiin, olivatko kohteiden maastomerkinnot tehty ohjeiden mukaisesti. Kohteista 80 %:lla maastomerkinnot oli tehty ohjeiden mukaisesti. Eniten puutteita oli tilanrajojen osalta 7 %:lla kohteista. Sähkö- ja puhelinlinjojen sekä luontokohteiden nauhoituksissa oli puutteita 5 %:lla kohteista. Muiden maastomerkinnotöjen osalta puutteita oli 3 %:lla kohteista. Varastopaikkojen, maastokulkureittien sekä rakennusten osalta ei ollut puutteita maastomerkinnoissä. (kuvio 13).



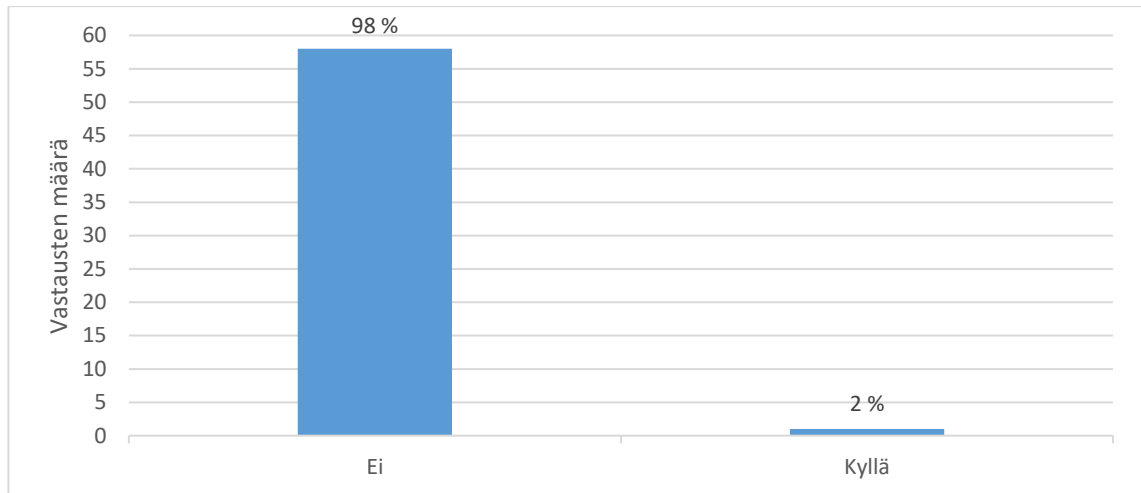
Kuvio 13. Olivatko kohteen maastomerkinnot tehty ohjeiden mukaan (liite 3).

Hakkuukoneenkuljettajilta kysyttiin, oliko kuvion rajauksessa tai lohkotuksessa korjuuta haittaavia puutteita tai epäselvyyksiä. Työmaista 78 %:lla ei ollut puutteita tai epäselvyyksiä. Kohteista 15 %:lla osa kuviosta oli korjuuseen kelpaamatonta aluetta. Korjuuajankohtaan nähden 5 %:lla kohteista osa kuviosta oli korjuukelvotonta. Kuvion rajausta oli kartalla erikohdassa kuin maastossa, sekä kuvion rajausta oli epäselvä maastossa 2 %:lla kohteista. Muissa rajaukseen ja lohkotukseen liittyvissä asioissa ei ollut puutteita (kuvio 14).



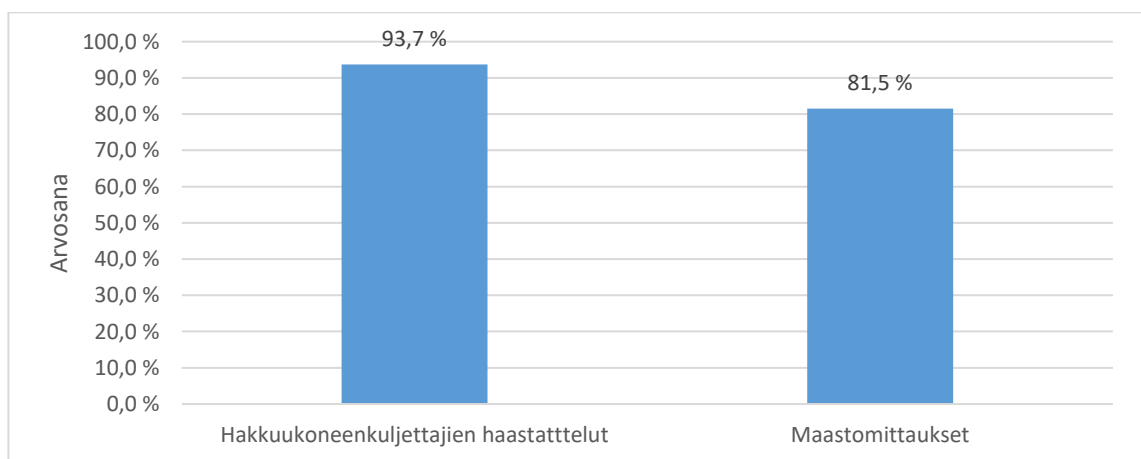
Kuvio 14. Oliko kuvion rajauksessa tai lohkotuksessa korjuuta haittaavia puutteita tai epäselvyyksiä (liite 3).

Hakkuukoneenkuljettajilta kysyttiin, annettiinko leimikon ajouraverkoston toteutukseen ohjeita. Ajouraverkoston toteutukseen ei annettu ohjeita 98 %:lla työmaista. Vain 2 %:lla työmaista annettiin ohjeita ajouraverkoston toteutukseen (kuvio 15).

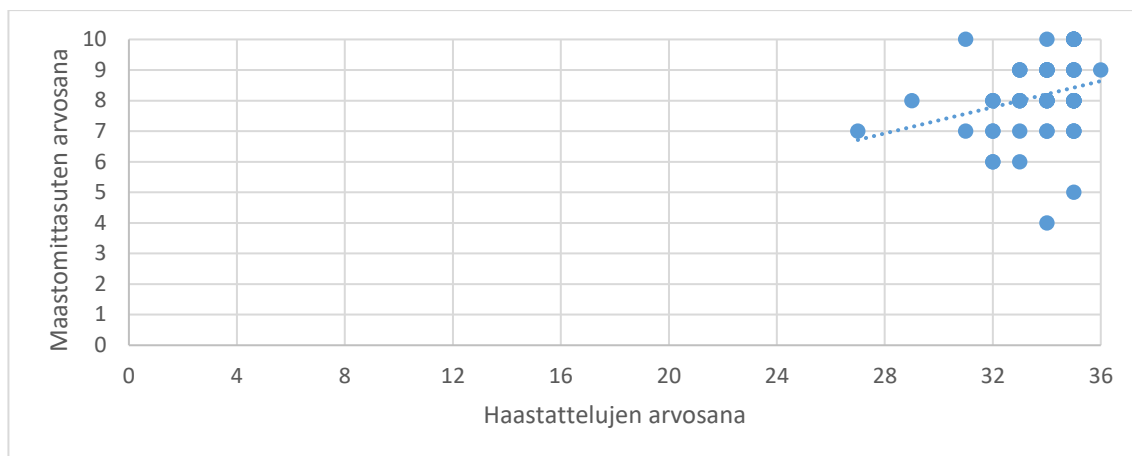


Kuvio 15. Annettiinko leimikon ajouraverkoston toteutukseen ohjeita (liite 3).

Hakkuukoneenkuljettajien kysymysten 2–8 ja maastomittausten arvosanojen avulla pyrittiin etsimään muuttujien välillä tilastollista riippuvuutta. Hakkuukoneenkuljettajien haastattelujen kysymysten arvosanojen keskiarvoksi saatiin 93,7 % sekä maastomittausten arvosanojen keskiarvoksi 81,5 % (kuvio 16). Tulosten arvosanojen riippuvuutta tarkasteltiin hajontakaavion ja korrelaatiokertoimen avulla (kuvio 17). Hakkuukoneenkuljettajien ja maastomittausten välillä ei havaittu merkitsevää korrelaatiota ja korrelaatioanalyysin tulos oli tilastollisesti merkitsevä ( $r=0,27$ ;  $n=59$ ; 2-suuntaisen testin  $p$ -arvo= $0,039$ ). Tulosten perusteella hakkuukoneenkuljettajilta saaduilla vastauksilla ei ole tilastollista riippuvuutta maastomittausten tuloksiin.



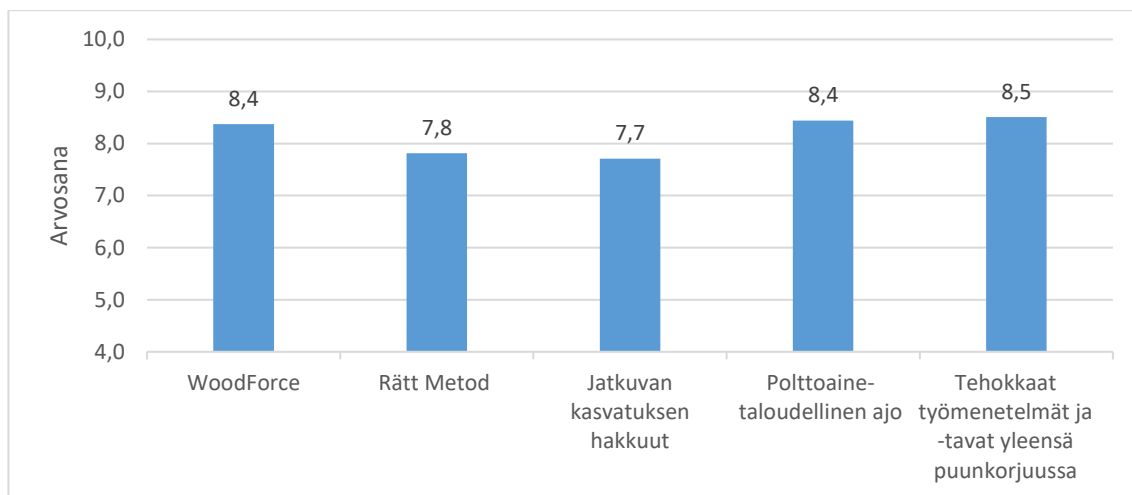
Kuvio 16. Hakkuukoneenkuljettajien haastattelujen ja maastomittausten tulokset ( $n=59$ ).



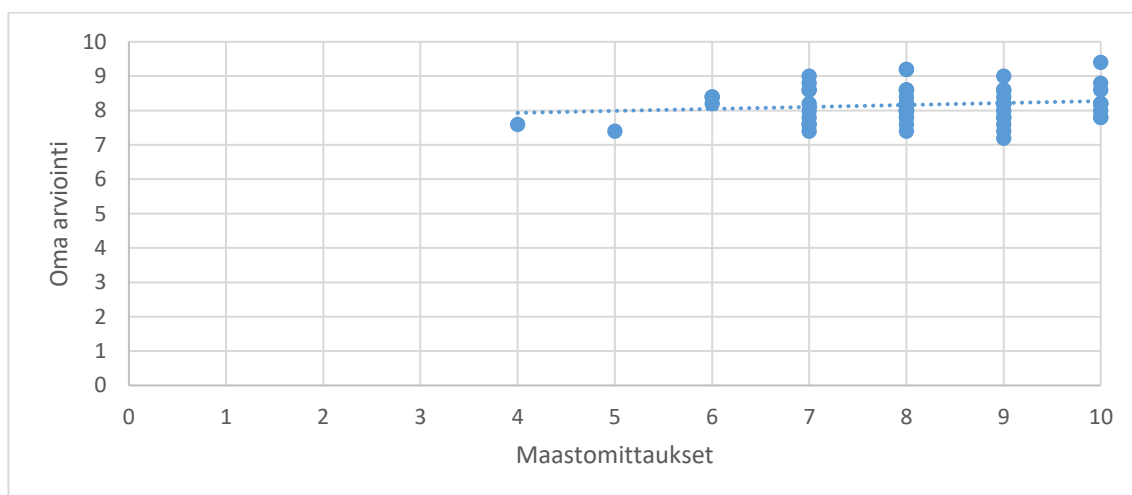
Kuvio 17. Hakkuukoneenkuljettajien haastattelujen ja maastomittausten tulosten hajontakuvio (n=59).

Hakkuukoneenkuljettajilta kysyttiin omaa osaamisen tasoa neljällä eri osa-alueella. Parhaimman arvosanan haastateltavat antoivat itselleen tehokkaissa työmenetelmissä ja -tavoissa puunkorjuussa 8,5 pisteen keskiarvolla. WoodForcen käytöstä sekä polttoainetaloudellisesta ajosta haastateltavat antoivat arvosanaksi keskimäärin 8,4 pistettä. Haastateltavat antoivat itselleen arvosanaksi Rätt Metodin käytöstä 7,8 pistettä, ja jatkuvan kasvatuksen hakkuilta 7,7 pistettä (kuvio 18).

Maastomittausten ja hakkuukoneenkuljettajien oman osaamisen arvosanojen avulla pyrittiin etsimään muuttujien välillä tilastollista riippuvuutta. Tulosten arvosanojen riippuvuutta tarkasteltiin hajontakaavion ja korrelaatiokertoimen avulla (kuvio 19). Hakkuukoneenkuljettajien oman osaamisen arvioinnin tulosten ja maastomittausten välillä ei havaittu merkitsevää korrelaatiota sekä korrelaatioanalyysin tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $r=0,15$ ;  $n=59$ ; 2-suuntaisen testin  $p$ -arvo=0,252). Tulosten perusteella hakkuukoneenkuljettajien oman arvioinnin tuloksilla ei ole tilastollista riippuvuutta maastomittausten tuloksiin.



Kuvio 18. Mikä on mielestäsi osaamisen tasosi seuraavilla osa-alueilla koulu-arvosanalla (4...10) arvioituna (liite 3).

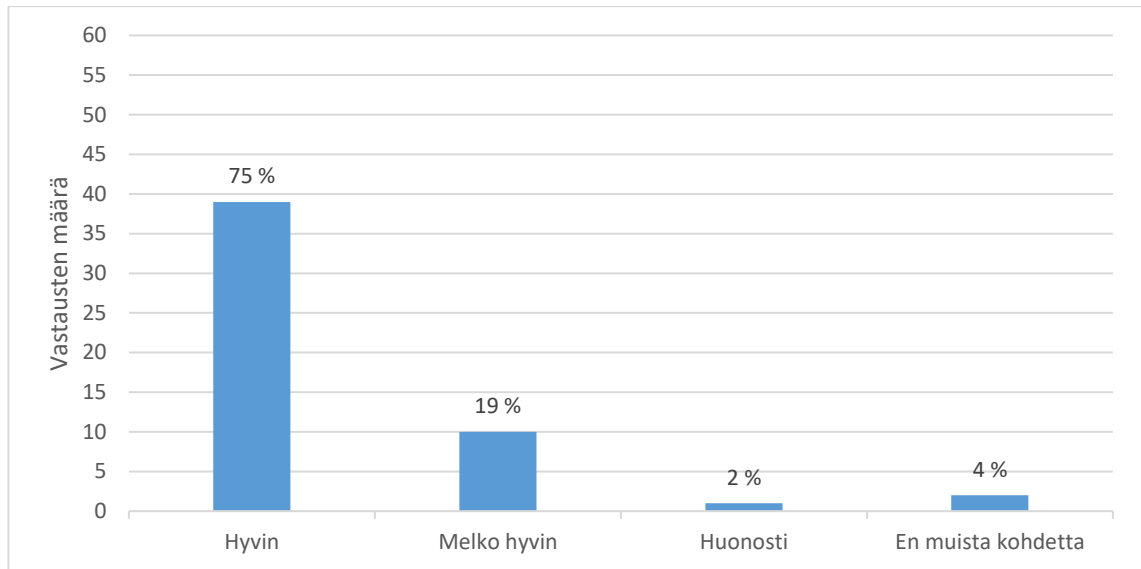


Kuvio 19. Hakkuukoneenkuljettajien oman arvioinnin ja maastomittausten tulosten hajontakuviokuva (n=59).

### 8.3 Kuormatraktorinkuljettajien haastattelut

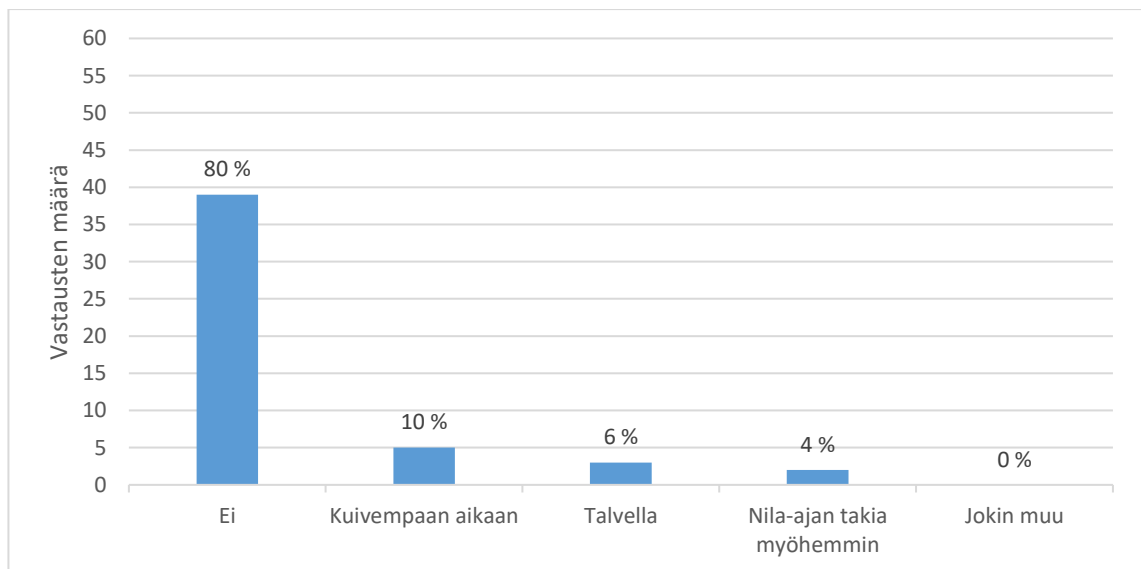
Maastomittausten 61 kohteesta kuormatraktorinkuljettajien haastatteluja tehtiin 52. Kysymysten 2–8 tuloksiin otettiin vastaukset kaikista 49 haastatteluista, missä vastaaja muisti kohteen hyvin tai melko hyvin (liite 4).

Kuormatraktorinkuljettajilta kysyttiin, kuinka hyvin he muistavat kohteen. Vastajista 75 % muisti kohteen hyvin ja 19 % melko hyvin. Huonosti kohteen muisti 2 % vastaajista, ja 4 % ei muistanut kohdetta ollenkaan (kuvio 20).



Kuvio 20. Kuinka hyvin muistat kohteen (liite 4).

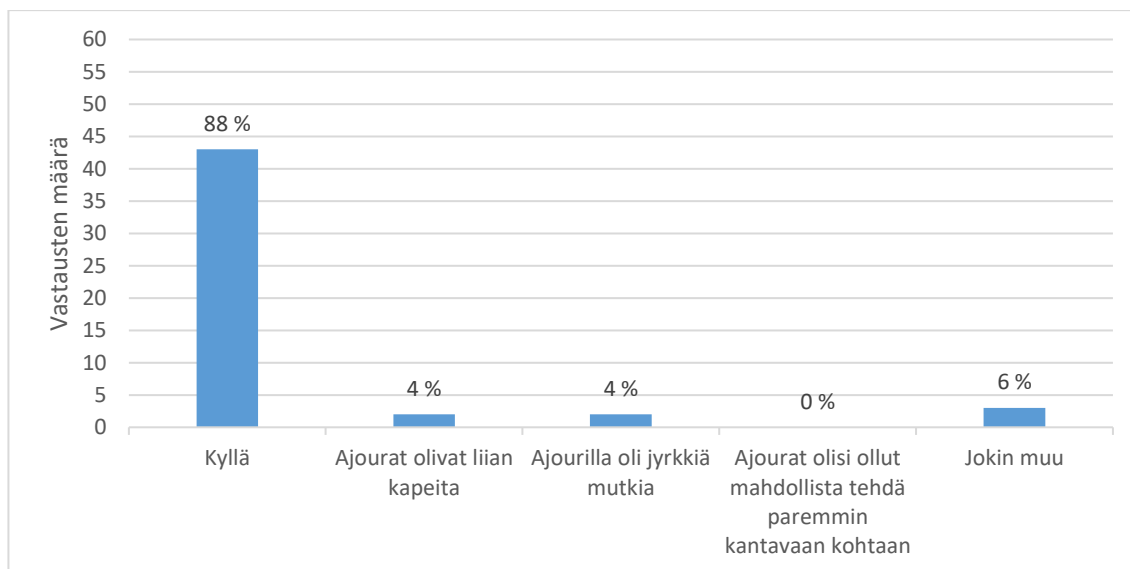
Kuormatraktorinkuljettajilta kysyttiin, oliko korjuuajankohdalla vaikutusta korjuulaatuun. Vastausten perusteella korjuuajankohta ei vaikuttanut korjuulaatuun 80 %:lla kohteista. Korjuu olisi pitänyt tehdä 10 %:lla kohteista kuivempaan aikaan, ja 6 %:lla talvella. Nila-ajan takia korjuu olisi kannattanut tehdä myöhemmin 4 %:lla kohteista, ja muun syyn takia korjuuajankohtaa ei olisi tarvinnut siirtää kertaakaan (kuvio 21).



Kuvio 21. Oliko korjuuajankohdalla vaikutusta korjuulaatuun (liite 4).

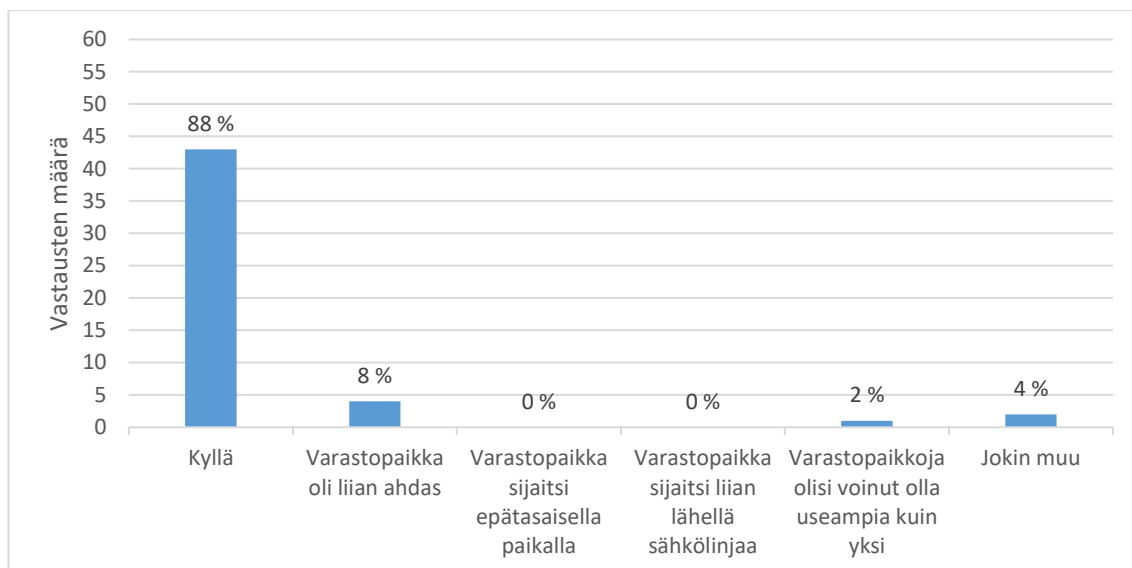
Kuormatraktorinkuljettajilta kysyttiin, oliko ajouraverkosto toteutettu hyvin puutarvan ajon kannalta. Kohteista 88 %:lla ajouraverkosto oli toteutettu hyvin.

Ajourat olivat liian kapeita, sekä ajourilla oli jyrkkiä mutkia 4 %:lla kohteista. Muiden syiden takia ajouraverkoston olisi voinut toteuttaa paremmin 6 %:lla kohteista. Ajouraverkoston tekeminen paremmin kantaviin kohtiin ei ollut mahdollista yhdelläkään kohteella (kuvio 22).



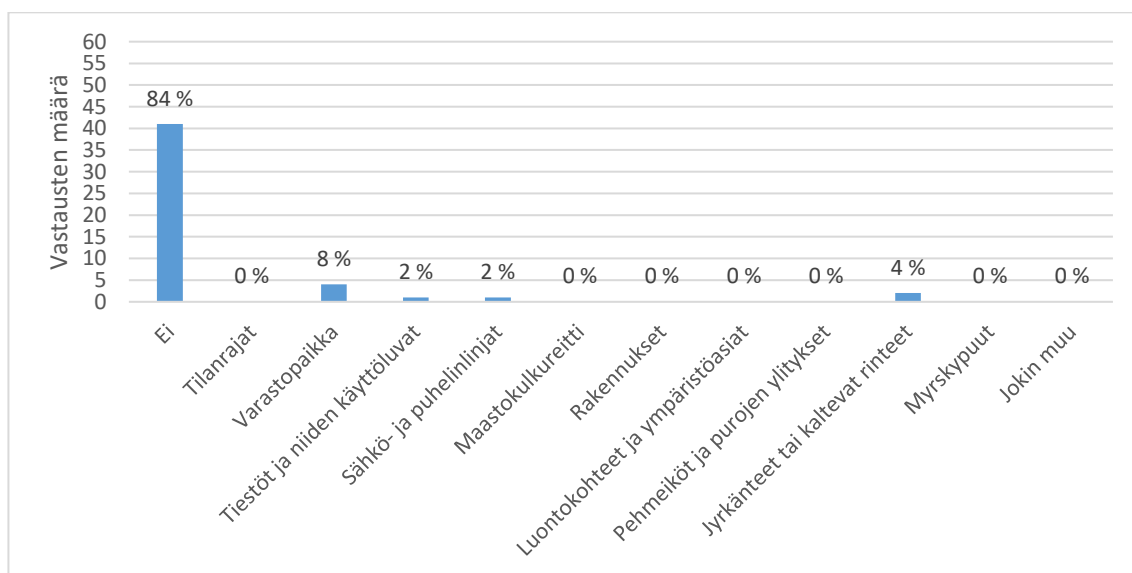
Kuvio 22. Oliko ajouraverkosto toteutettu hyvin puutavaran ajon kannalta (liite 4).

Kuormatraktorinkuljettajilta kysyttiin, oliko varastopaikka toteutettu oikein puutavaran ajon kannalta. Kohteista 88 %:lla varastopaikka oli toteutettu oikein. Varastopaikka oli liian ahdas 8 %:lla kohteista, ja 4 %:lla varastopaikkaa ei ollut tehty oikein muun syyn takia. Varastopaikkoja olisi voinut olla useampi kuin yksi 2 %:lla kohteista. Varastopaikat eivät sijainneet epätasaisilla paikoilla tai liian lähellä sähkölinjoja yhdelläkään kohteella (kuvio 23).



Kuvio 23. Oliko varastopaikka toteutettu oikein puutavaran ajon kannalta (liite 4).

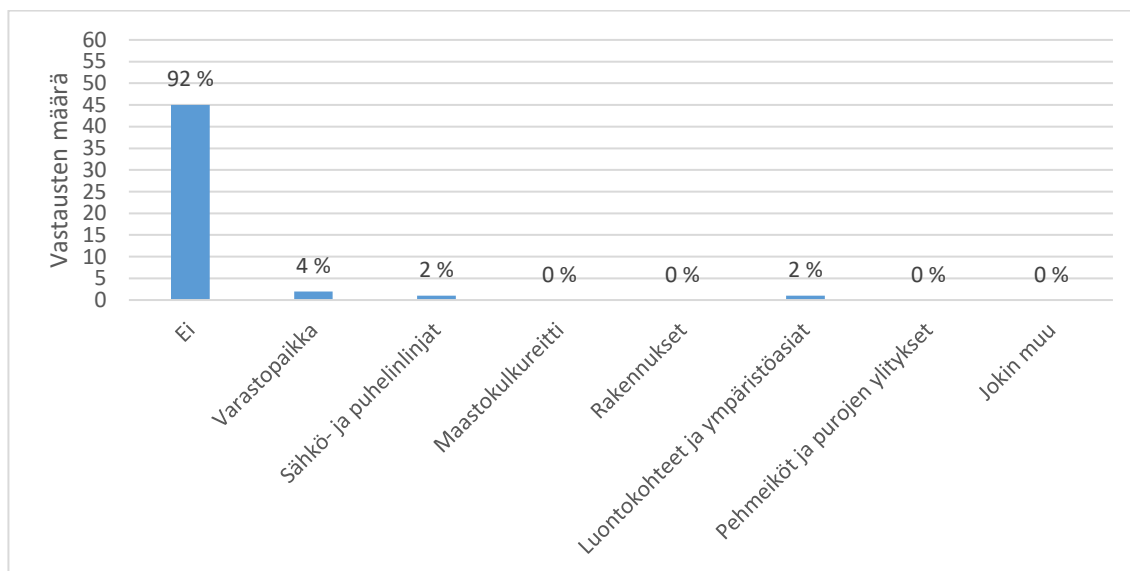
Kuormatraktorinkuljettajilta kysyttiin, oliko kohteiden työohjeissa puutteita. Vastausten perusteella työohjeista 84 %:lla ei ollut puutteita työohjeissa. Eniten puutteita oli varastopaikkojen osalta 8 %:lla kohteista. Jyrkänteiden tai kaltevien rinteiden osalta puutteita oli 4 %:lla kohteista. Sähkö- ja puhelinlinjojen sekä tiestön ja niiden käyttöluvien osalta puutteita oli 2 %:lla kohteista. Tilarajojen, maastokulkureittien, rakennusten, myrskypuiden, luontokohteiden ja ympäristöasioiden, pehmeikköjen ja purojen ylityksien sekä muiden työohjeiden osalta ei ollut puutteita työohjeissa (kuvio 24).



Kuvio 24. Oliko kohteen työohjeissa puutteita (liite 4).

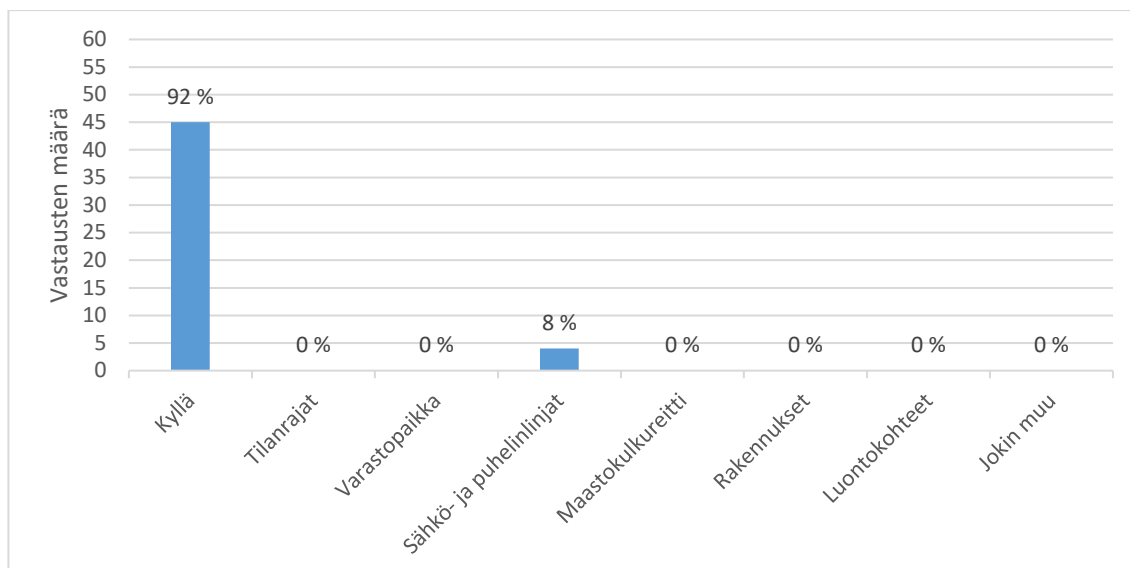


Kuormatraktorinkuljettajilta kysyttiin, oliko kohteiden karttamerkinnöissä puutteita. Kohteista 92 %:lla karttamerkinnöissä ei ollut puutteita. Eniten puutteita oli varastopaikkojen osalta 4 %:lla kohteista. Sähkö- ja puhelinlinjojen sekä luontokohteiden ja ympäristöasioiden karttamerkinnöissä oli puutteita 2 %:lla kohteista. Maastokulkureittien, rakennuksien, pehmeikköjen ja purojen ylityksien sekä muiden karttamerkintöjen osalta ei ollut puutteita. (kuvio 25).



Kuvio 25. Oliko kohteen karttamerkinnöissä puutteita (liite 4).

Kuormatraktorinkuljettajilta kysyttiin, olivatko kohteiden maastomerkinnät tehty ohjeiden mukaisesti. Kohteista 92 %:lla maastomerkinnät oli tehty ohjeiden mukaisesti. Maastomerkintöjen tekemisessä oli puutteita sähkö- ja puhelinlinjojen osalta 8 %:lla kohteista. Tilanrajojen, varastopaikkojen, maastokulkureittien, rakennuksien, luontokohteiden sekä muiden maastomerkintöjen osalta ei ollut puutteita kohteilla (kuvio 26).

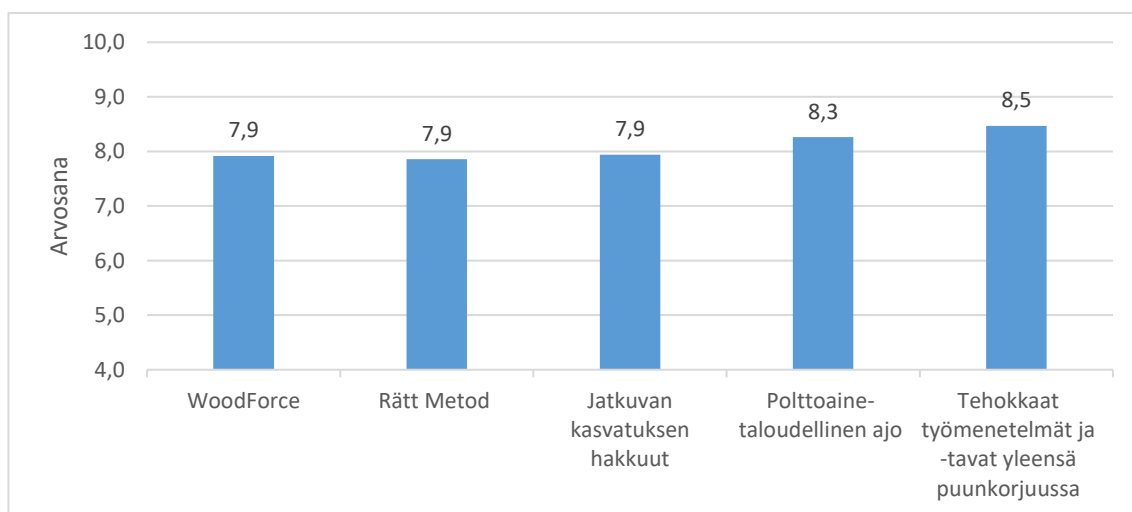


Kuvio 26. Olivatko kohteen maastomerkinnät tehty ohjeiden mukaan (liite 4).

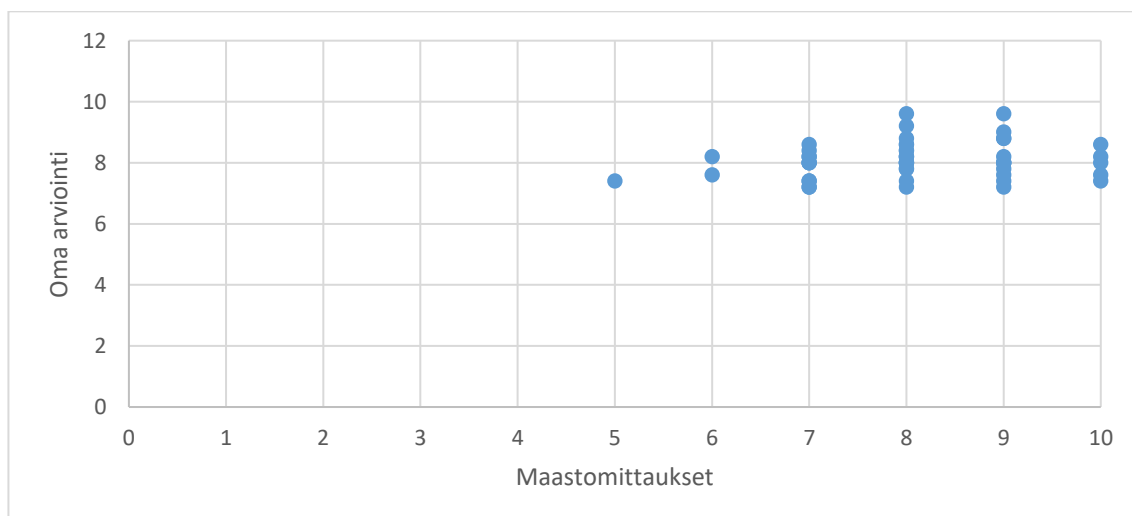
Kuormatraktorinkuljettajien kysymysten 2–7 ja maastomittausten arvosanojen avulla pyrittiin etsimään muuttujien välillä tilastollista riippuvuutta. Kuormatraktorinkuljettajien haastattelujen kysymysten arvosanojen keskiarvoksi saatiin 97,6 % sekä maastomittausten arvosanojen keskiarvoksi 80,8 % (kuvio 27). Tulosten arvosanojen riippuvuutta tarkasteltiin hajontakaavion ja korrelaatiokertoimen avulla (kuvio 28). Kuormatraktorinkuljettajien ja maastomittausten välillä ei havaittu merkitsevää korrelaatiota ja korrelaatioanalyysin tulos ei ollut merkitsevä ( $r=0,21$ ;  $n=49$ ; 2-suuntaisen testin  $p$ -arvo= $0,149$ ). Tulosten perusteella kuormatraktorinkuljettajilta saaduilla vastauksilla ei ole tilastollista riippuvuutta maastomittausten tuloksiin.



Maastomittausten ja kuormatraktorinkuljettajien oman osaamisen arvosanojen avulla pyrittiin etsimään muuttujien välillä tilastollista riippuvuutta. Tulosten arvosanojen riippuvuutta tarkasteltiin hajontakaavion ja korrelaatiokertoimen avulla (kuvio 30). Kuormatraktorinkuljettajien oman osaamisen arvioinnin tulosten ja maastomittausten välillä ei havaittu merkitsevää korrelaatiota sekä korrelaatioanalyysin tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $r=0,17$ ;  $n=49$ ; 2-suuntaisen testin  $p\text{-arvo}=0,253$ ). Tulosten perusteella kuormatraktorinkuljettajien oman arvioinnin tuloksilla ei ole tilastollista riippuvuutta maastomittausten tuloksiin.



Kuvio 29. Mikä on mielestäsi osaamisen tasosi seuraavilla osa-alueilla koulu-arvosanalla (4...10) arvioituna (liite 4).



Kuvio 30. Kuormatraktorinkuljettajien oman arvioinnin ja maastomittausten tulosten hajontakuviokuva (n=49).

## 9 Johtopäätökset

Johtopäätökset osiossa keskitytään vastaamaan tutkimuksen kysymysten tärkeimpiin tuloksiin ja tuomaan esille tutkimuksen tekijän näkökulmia. Maastomittausten tuloksissa ei havaittu toimijoiden välillä tilastollisesti merkitseviä eroja. Toimijoiden tuloksissa oli kuitenkin vaihtelua 4 % kahden toimijan välillä, millä on vaikutusta lopulliseen korjuulaatuun. Toimijoiden välillä oli havaittavissa eroja sällisten työohjeiden laadussa, millä voi olla vaikutusta työnlaatuun.

Kuljettajille tehtyjen haastattelujen tulosten perusteella hakkuiden ennakkoraivauksessa olisi parannettavaa. Ennakkoraivauksen tarvetta oli ollut 39 %:lla kohteista, joista 56 %:lla ennakkoraivausta ei ollut tehty tai se oli toteutettu puutteellisesti. Maastomittausten aikana tehtyjen havaintojen mukaan ennakkoraivaamattomilla kohteilla oli tullut usein korjuuvaurioita. Kuitenkin joillakin kohteilla, joilla ennakkoraivausta oli laiminlyöty, kuljettajat olivat suoriutuneet mallikkaasti eikä puustovaurioita ollut. Ennakkoraivaus olisi kaikkien kannalta järkevää tehdä, jotta työjäljen laatu paranee ja puunkorjuu on tehokkaampaa.

Metsäasiantuntijoiden antamissa ohjeissa eniten puutteita oli kuvioden rajauksessa 22 %:lla kohteista ja varastopaikkojen suhteen 14 %:lla kohteista. Kuvioden rajauksessa ja lohkotuksessa parannettavaa olisi korjuuseen kelpaamattomien alueiden rajauksessa pois hakkuista. Pienilläkin korjuuseen kelpaamattomilla alueilla voi olla suurikin vaikutus metsäkoneen kuljettajien työn onnistumiseen. Alueet voivat vaikuttaa esimerkiksi ajouraverkoston suunnittelun onnistumiseen. Varastopaikkojen suunnittelussa tulisi olla täsmällisempiä, koska hakkuukoneen kuljettajien työ alkaa useasti varastopaikalta. Jos varastopaikan ohjeissa on epäselvyyksiä, voi kuljettajilta mennä tehokasta työaikaa asioiden selvittämiseen.

Kuormatraktorinkuljettajat kokivat korjuuajankohdan olleen väärä 20 %:lla kohteista. Korjuuajankohdan tulisi olla aina oikea laadukkaan korjuujäljen varmistamiseksi. Väärän korjuuajankohdan suurta määrää olisi saatu laskettua, jos kuvioiden rajausta olisi tarkennettu kivennäismaiden reunoja myöten.

Useat kuljettajat kertoivat oman osaamisen arvioinnin olevan haastattelujen vaikein osuus. Hakkuukoneenkuljettajat arvioivat oman osaamisen heikoimmiksi osa-alueiksi jatkuvan kasvatuksen hakkuut 7,7 pisteellä ja Rätt Metodin käyttämisen 7,8 pisteellä. Kuormatraktorinkuljettajat arvioivat oman osaamisen heikoimmiksi osa-alueiksi 7,9 pisteellä jatkuvan kasvatuksen hakkuut, Rätt Metodin sekä WoodForcen käyttämisen. Haastattelujen perusteella Rätt Metod ei ollut terminä tuttu suurimmalle osalle kuljettajista. Useat kuljettajat olivat kuitenkin käyttäneet menetelmää ainakin osittain, vaikeivat tienneet menetelmän virallista nimeä.

## **10 Pohdinta**

Tutkimuksen kulku meni suunnitelmien mukaan pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta. Tutkimuksen onnistumiseen vaikutti paljon, miten hyvin haastateltavat muistivat korjuukohteen. Kohteen muistamisessa auttoi suuresti heille ennakkoon lähetetyt työmaiden kartat ja ohjeistukset. Haastattelurunkojen testaaminen ennakkoon vaikuttivat myös paljon siihen, että suurilta muutoksilta välttyttiin haastattelujen edetessä.

Haastattelua tehtäessä pyrittiin pitämään haastattelurungosta kiinni, jotta saatiin kirjattua kaikki kysyttävät asiat ylös. Riippuen kohteesta ja kuljettajasta haastattelujen pituus oli 5–25 minuuttia. Keskimääräisesti yksi puhelu kesti noin 13 minuuttia. Haastattelujen suuren määrän vuoksi tutkimus oli erittäin työläs, mutta kirjaamisessa käytetyt Forms -lomakkeet helpottivat tutkimuksen suorittamista.

Opinnäytetyön haastattelut tehtiin täysin anonymisti ja haastateltavien vastauksia käsiteltiin luottamuksellisesti eivätkä yksittäiset kommentit ilmene tuloksista. Haastattelujen vastauksia verrattiin korjuukohteittain maastomittauksista saatuihin tuloksiin, mutta tuloksissa ei ilmene yksittäisten kohteiden tietoja ja haastattelujen vastauksia.

Haastatteluiden kysymykset pyrittiin luomaan mahdollisimman yksityiskohdaiseksi niin, että haastateltavat ymmärtäisivät kysymykset samoin. Haastatteluiden osalta suurin virhelähde oli, jos kuljettajat eivät muistaneet kohteelta tarvittavia tietoja. Maastomittauksissa on käytetty samaa menetelmää ja mittaukset ovat olleet kaavamaisia. Mittauksissa suurimpia virhe lähteitä olivat koealojen välien virheen mahdollisuus. Lisäksi kirkas tai sateinen sää on voinut vaikuttaa mittaus-tuloksiin, etenkin korjuuvaurioiden havaitsemisessa.

Harvennushakkuiden työnlaatua tulee seurata jatkossakin, ja laatuun vaikuttavista asioista tulisi viestiä suunnittelua tekeville toimijoille. Metsäasianantuntijoita tulee ohjeistaa tutkimuksissa havaituista asioista ja niihin kannattaa kiinnittää jatkossa enemmän huomiota. Lisäämällä metsäasiantuntijoiden tietämystä korjuulaadun nykytilasta ja siihen vaikuttavista asioista voidaan kehittää toimeksiantajan toimintatapoja laadukkaamman työnlaadun takaamiseksi.

Tutkimuksessa oleellisena havaintona todettiin varastopaikkojen ohjeistuksissa olevan parannettavaa. Samankaltaisia havaintoja on saatu aikaisemminkin ainakin Metsätehon ohjaamassa tutkimuksessa (Eronen, Palander, Kärhä & Ovaskainen 2016, 12). Varastopaikkojen ohjeistuksissa suurin ongelma on todennäköisesti se, etteivät metsäasiantuntijat ole muistaneet kirjata jo sovittuja asioita työmaiden ohjeisiin.

Metsäkoneenkuljettajille annettaviin ohjeisiin kannattaa kiinnittää huomiota, jotta kuljettajien työskentely olisi mahdollisimman sujuvaa ja tehokasta. Kuljettajille kannattaisi järjestää koulutusta ainakin Rätt Metodiin liittyen.

Uskon, että toimeksiantaja voi kehittää toimintatapojaan tutkimuksen tulosten avulla. Tutkimuksen aineistoa ja tiedonkeräys lomakkeita voi myös jatkossa hyödyntää, jos halutaan selvittää laajemmin hakkuiden ohjeiden onnistumista.

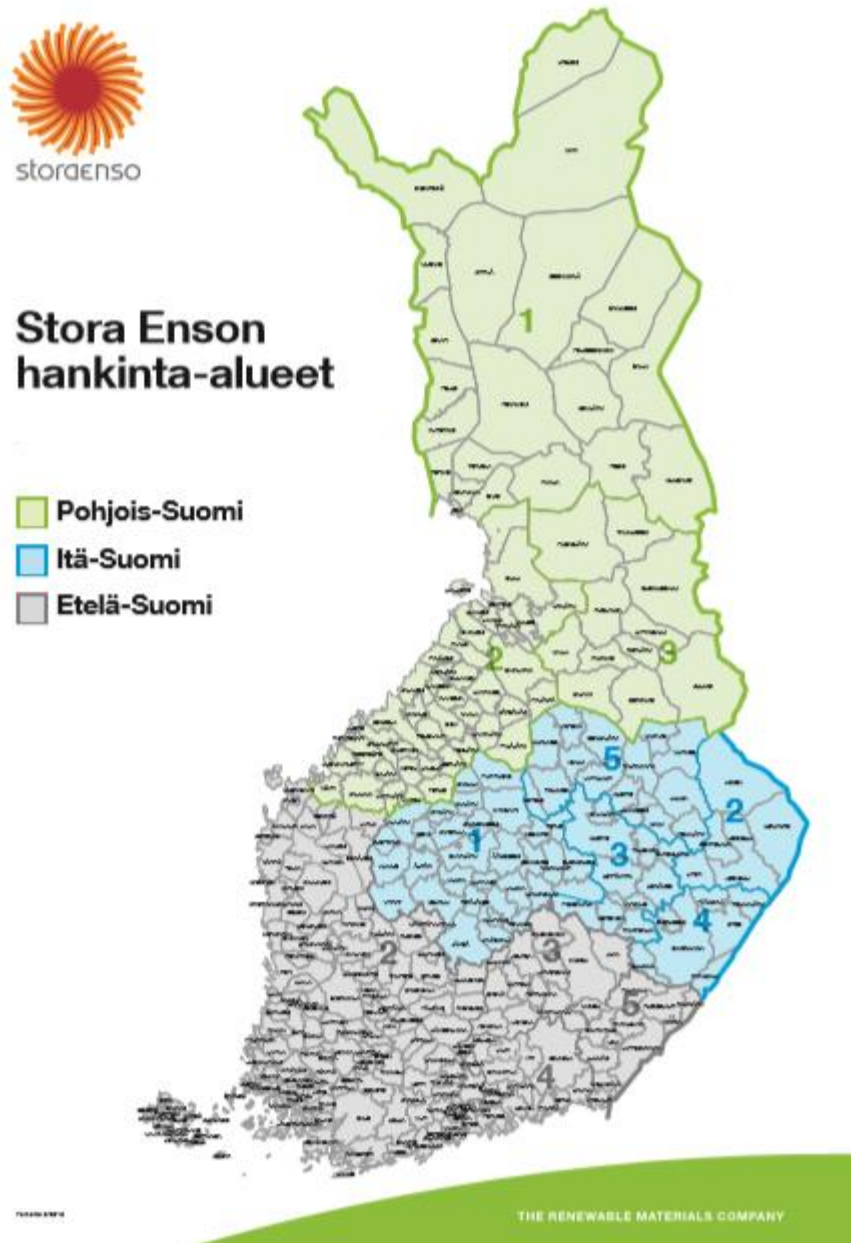


## Lähteet

- Eronen, J., Palander, T., Kärhä, K. & Ovaskainen, H. 2016. Metsäkoneenkuljettajien näkemyksiä nuorten metsien kunnostushakkuiden laadusta. Metsätehon tulosalvosarja 1/2016. [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja\\_2016\\_01\\_Metsäkoneenkuljettajien\\_nakemyksia\\_nuorten\\_metsien\\_kunnostushakkuiden\\_laadusta.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja_2016_01_Metsäkoneenkuljettajien_nakemyksia_nuorten_metsien_kunnostushakkuiden_laadusta.pdf). 9.5.2020.
- Holopainen, M., Nummenmaa, L. & Pulkkinen, P. 2014. Tilastollisten menetelmien perusteet. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Hynynen, J., Rantala, S. & Valkonen, S. 2005. Tuottava metsänkasvatus. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy.
- Kiviniemi, M. 2016. Metsäalan säädökset. Tallinna: Metsäkustannus Oy
- Kiviniemi, M. 2015. Metsäoikeus. Tallinna: Metsäkustannus Oy.
- Kokkarinen, J. 2013. Koneellinen puunkorjuu. Joensuu: Metsäteho Oy.
- Kontinen, K., Kotiharju A. & Vanhatalo, K. (toim.) 2019. Metsänhoidon suosittu-  
set puukauppakohteen laadintaan, työopas. Tapion julkaisuja.
- Kärhä, K. 2015. Alikasvoksen ennakoraivaus ja ensiharvennuspuun korjuu.  
TTS:n tiedote: Metsätyö, -energia ja yrittäjyys 1/2015 (781).
- Luonnonvarakeskus. 2018. Puukauppa kävi vilkkaana vuonna 2017.  
<https://www.luke.fi/uutinen/puukauppa-kavi-vilkaana-vuonna-2017/>.
- Luonnonvarakeskus. 2019. Teollisuuspuun hakkuut alueittain 2018.  
[https://stat.luke.fi/teollisuuspuun-hakkuut-alueittain-2018\\_fi](https://stat.luke.fi/teollisuuspuun-hakkuut-alueittain-2018_fi).  
27.1.2019.
- Metsäkeskus. 2016. Korjuukelpoisuuskartat helpottavat puunkorjuun suunnittelua. <https://www.metsakeskus.fi/content/korjuukelpoisuuskartat-helpottavat-puunkorjuun-suunnittelua>. 31.1.2020
- Metsäkeskus. 2019a. Korjuujäljen laatu. <https://www.metsakeskus.fi/korjuujaljen-laatu>. 28.1.2020.
- Metsäkeskus. 2019b. Korjuujäljen tarkastusten tulokset vuodelta 2018.  
<https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/tiedote-liite-korjuujalkitarkastukset.pdf>. 27.1.2019.
- Metsäkeskus. 2019c. Metsäkeskuksen maastotarkastusohje. <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/maastotarkastusohje.pdf>. 20.2.2020.
- Metsäteho. 2001. Hakkuukonetyömaan ennakoraivaus. Metsätehon opas. Helsinki: Metsäteho Oy.
- Metsäteho Oy. 2003. Korjuujälki harvennushakkuussa. Metsätehon opas. Helsinki: Metsäteho Oy.
- Metsäteho Oy. 2005. Korjuun suunnittelu ja toteutus. Metsätehon opas. Helsinki: Metsäteho Oy.
- Poikela, J., Peuhkurinen, J., Kilpiäinen, S., Hämäläinen, J., Riekk, K. & Räsänen, T. 2019. Korjuukelpoisuuskartat suunnittelun tukena. Metsätehon tulosalvosarja 15/2019. [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja\\_2019\\_15\\_Korjuukelpoisuuskartat\\_suunnittelun\\_tukena.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja_2019_15_Korjuukelpoisuuskartat_suunnittelun_tukena.pdf). 9.5.2020.
- Stora Enso Metsä. 2017. Rätt Metod.
- Stora Enso Metsä. 2019a. Hankinta-alue kartta.
- Stora Enso Metsä. 2019b. Korjuujäljen laadunhallinnan maastotarkastusohje.

- Stora Enso Metsä. 2019c. Korjuujäljen laadunhallinta maastotarkastuslomake.
- Taanila, A. 2013. Kruskal-Wallis -testi. Akin menetelmäblogi. 2.5.2013. <https://ti-lastoapu.wordpress.com/2012/04/14/kruskal-wallis-testi/>. 29.1.2020.
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2014. Metsänhoidon suositukset. Tapion julkaisuja.
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset. Tapion julkaisuja.

## Toimeksiantajan hankinta-aluekartta



Liite 1. (Stora Enso Metsä 2019a).

## Korjuujäljen maastotarkastuslomakkeen arvostelusapluuna

ARVOSTELUSAPLUUNA							
Arvosana	PPA/Runkoluku	Ajouraväli	Ajoura-leveys	Puustovauriot	Maastovauriot	Kokonais-arvostelu	(x)
Suosituksen mukainen	Harvennusmal-lin mukainen	19m tai enemmän	Alle 4,6 m (turvemalla tai erittäin kivisillä mailla alle 5,1m)	Enintään 5 %	Enintään 5 % (turvemalla enintään 10 %)	Kaikki tunnuksat hyviä	
Lainmukainen	Suositusiheyden ylärajaa tiheämpi tai alarajaa harvempi. Suositusiiheyttä 2m <sup>2</sup> tiheämpi tai suositusiiheyttä harvempi lakirajaan asti	Alle 19 m	Yli 4,6 m (turvemalla tai erittäin kivisillä mailla yli 5,1 m)	Yli 5 %	Yli 5 % (turvemalla yli 10 %)	Huomautettavaa yhdessä tai useammassa tunnuksessa	
Virheellinen	Alle lakirajan	–	–	Yli 15 %	Yli 20 % (turvemalla 25 %)	Puuston tiheys alle lakirajan tai puusto- tai maastovaurioita liikaa	

Liite 2. (Stora Enso Metsä 2019c).

**Hakkuukoneenkuljettajien haastattelurunko**

## 1. Kuinka hyvin muistat kohteen?

- Hyvin
- Melko hyvin
- Huonosti
- En muista kohdetta

## 2. Mikä oli kuvion ennakkoraivauksen tarpeen tila?

- Ennakkoraivaus oli toteutettu suositusten mukaisesti
- Ennakkoraivausta ei ole tehty, eikä siihen ole ollut tarvetta
- Ennakkoraivausta ei ole tehty, vaikka sille olisi ollut tarvetta
- Ennakkoraivaus oli toteutettu puutteellisesti

## 3. Oliko korjuuajankohdalla vaikutusta korjuulaatuun?

- Ei
- Kyllä

Korjuu olisi kannattanut tehdä

- o Kuivempaan aikaan
- o Talvella
- o Nila-ajan takia myöhemmin
- o Jokin muu\_\_\_\_\_

## 4. Oliko kohteen työohjeissa puutteita?

- Ei
- Kyllä

Työohjeissa oli seuraavia puutteita

- Tilanrajat
- Varastopaikka
- Tiestöt ja niiden käyttöluvat
- Sähkö- ja puhelinlinjat
- Maastokulkureitti
- Rakennukset
- Luontokohteet ja ympäristöasiat
- Pehmeiköt ja purojen ylitykset
- Jyrkänteet tai kaltevat rinteet
- Myrskypuut
- Jokin muu\_\_\_\_\_

## 5. Oliko kohteen karttamerkinnoissä puutteita?

- Ei
- Kyllä

Karttamerkinnoissä oli seuraavia puutteita

- Varastopaikka
- Sähkö- ja puhelinlinjat
- Maastokulkureitti
- Rakennukset
- Luontokohteet ja ympäristöasiat
- Pehmeiköt ja purojen ylitykset
- Jokin muu\_\_\_\_\_

6. Olivatko kohteen maastomerkinnot tehty ohjeiden mukaan?

- Kyllä
- Ei

Kohteen maastomerkinnoissa oli seuraavia puutteita

- Tilanrajat
- Varastopaikka
- Sähkö- ja puhelinlinjat
- Maastokulkureitti
- Rakennukset
- Luontokohteet
- Jokin muu\_\_\_\_\_

7. Oliko kuvion rajauksessa tai lohkotuksessa korjuuta haittaavia puutteita tai epäselvyyksiä?

- Ei
- Kyllä

Kuvion rajauksessa tai lohkotuksessa oli puutteita, mitkä vaikeuttivat korjuuta

- Kuvion rajausta oli epäselvä maastossa
- Kuvion rajausta oli kartalla eri kohdassa kuin maastossa
- Osa kuviosta oli korjuuajankohtaan nähden korjuukelvotonta
- Osa kuviosta oli korjuuseen kelpaamatonta aluetta
- Jokin muu\_\_\_\_\_

8. Annettiinko leimikon ajouraverkoston toteutukseen ohjeita?

- Kyllä
- Ei

9. Mikä on mielestäsi osaamisen tasosi seuraavilla osa-alueilla kouluarvosanalla (4...10) arvioituna?

- WoodForce
- Rätt Metod
- Jatkuvan kasvatuksen hakkuut
- Polttoainetaloudellinen ajo
- Tehokkaat työmenetelmät ja -tavat yleensä puunkorjuussa



**Kuormatraktorinkuljettajien haastattelurunko**

## 1. Kuinka hyvin muistat kohteen?

- Hyvin
- Melko hyvin
- Huonosti
- En muista kohdetta

## 2. Oliko korjuuajankohdalla vaikutusta korjuulaatuun?

- Ei
- Kyllä

Korjuu olisi kannattanut tehdä

- Kuivempaan aikaan
- Talvella
- Nila-ajan takia myöhemmin
- Jokin muu\_\_\_\_\_

## 3. Oliko ajouraverkosto toteutettu hyvin puutavaran ajon kannalta?

- Kyllä
- Ei

Ajouraverkostossa oli puutavaran ajoa haittaavia tekijöitä

- Ajourat olivat liian kapeita
- Ajourilla oli jyrkkiä mutkia
- Ajourat olisi ollut mahdollista tehdä paremmin kantavaan kohtaan
- Jokin muu\_\_\_\_\_

4. Oliko varastopaikka toteutettu oikein puutavaran ajon kannalta?

- Kyllä
- Ei

Varastopaikassa oli puutavaran ajoa haittaavia tekijöitä

- Varastopaikka oli liian ahdas
- Varastopaikka sijaitsi epätasaisella paikalla
- Varastopaikka sijaitsi liian lähellä sähkölinjaa
- Varastopaikkoja olisi voinut olla useampia kuin yksi
- Jokin muu\_\_\_\_\_

5. Oliko kohteen työohjeissa puutteita?

- Ei
- Kyllä

Työohjeissa oli seuraavia puutteita

- Tilanrajat
- Varastopaikka
- Tiestöt ja niiden käyttöluvat
- Sähkö- ja puhelinlinjat
- Maastokulkureitti
- Rakennukset
- Luontokohteet ja ympäristöasiat
- Pehmeiköt ja purojen ylitykset
- Jyrkänteet tai kaltevat rinteet
- Myrskypuut
- Jokin muu\_\_\_\_\_

6. Oliko kohteen karttamerkinnoissä puutteita?

- Ei
- Kyllä

Karttamerkinnoissä oli seuraavia puutteita

- ☐ Varastopaikka
- ☐ Sähkö- ja puhelinlinjat
- ☐ Maastokulkureitti
- ☐ Rakennukset
- ☐ Luontokohteet ja ympäristöasiat
- ☐ Pehmeiköt ja purojen ylitykset
- ☐ Jokin muu\_\_\_\_\_

7. Olivatko kohteen maastomerkinnot tehty ohjeiden mukaan?

- Kyllä
- Ei

Kohteen maastomerkinnoissä oli seuraavia puutteita

- ☐ Tilanrajat
- ☐ Varastopaikka
- ☐ Sähkö- ja puhelinlinjat
- ☐ Maastokulkureitti
- ☐ Rakennukset
- ☐ Luontokohteet
- ☐ Jokin muu\_\_\_\_\_

8. Mikä on mielestäsi osaamisen tasosi seuraavilla osa-alueilla kouluarvosanalla (4...10) arvioituna?

- WoodForce
- Rätt Metod
- Jatkuvan kasvatuksen hakkuut
- Polttoainetaloudellinen ajo
- Tehokkaat työmenetelmät ja -tavat yleensä puunkorjuussa